

SIMULATION OF VARIATION ON AIRCRAFT COMPOSITION TO OBTAIN MAXIMUM CAPACITY OF TWO PARALLEL RUNWAY

Student's Name : Satrio Rekso
Student's Identity Number : 3110100061
Major Department : Civil Engineering ITS
Supervisor : Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

ABSTRACT

The number of aircraft movement in airport increases due to increasing demand on aircraft passengers. However, a runway has a limited capacity to accomodate the aircraft movement. If the number of aircraft movements is greater than the runway capacity, the aircraft have to queue and delay the takeoff or landing process. One of the solution is providing an additional parallel runway.

This final project attempted to design a simulation program to obtain the possible maximum parallel runway capacity. The development of simulation program considered a distribution pattern of arrival and departure aircraft, aircraft mix composition, and arrival-departure separation rule. The simulation program was running until the maximum capacity was achieved by changing the percentage of each category of aircrafts operated in Juanda. The simulation program is expected to be a model for the airports which are intended to have a new parallel runway.

The results of this simulation program obtained based on the designed parallel runway with the separation distance of 4300 ft. The maximum capacity was achieved for three different operation types, which were arrival only for 78 operation per hour, departure only for 102 operation per hour and mix operation for 88 operation per hour. These capacity was provided

for aircraft composition as follows: category B: 10%, category C: 70%, and category D: 20%

Key Words: Parallel Runway, Simulation, Composition Aircraft Category, Maximum Capacity

SIMULASI PENENTUAN JUMLAH DAN KOMPOSISI PESAWAT MAKSIMUM PADA DUA PARALLEL RUNWAY

Nama Mahasiswa : Satrio Rekso
NRP : 3110100061
Jurusan : Teknik Sipil FTSP ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

ABSTRAK

Jumlah pergerakan pesawat pada bandara semakin tahun semakin meningkat akibat dari jumlah penumpang yang akan menggunakan transportasi udara yang selalu tumbuh. Akan tetapi runway suatu bandara mempunyai kapasitas tertentu untuk menampung pergerakan pesawat yang akan menggunakan runway tersebut. Apabila jumlah pergerakan pesawat melebihi dari kapasitas runway yang telah ditentukan akan mengakibatkan terjadinya tundaan pergerakan pesawat. Salah satu solusinya adalah dengan penambahan parallel runway.

Tugas akhir ini mencoba untuk memberikan simulasi dari dua parallel runway untuk mendapatkan kapasitas yang paling maksimum. Di dalam tugas akhir ini ditinjau mengenai penentuan pola distribusi kedatangan dan keberangkatan, penentuan airspace separation criteria, penentuan segregated operation, penentuan ROT, penentuan aircraft mix, dan penentuan headway. Dari tinjauan yang dilakukan, dicoba simulasi sampai menemukan hasil yang maksimum untuk menetapkan kapasitas runway. Dengan adanya simulasi ini diharapkan dapat menjadi model bagi bandara - bandara yang akan menambah parallel runway.

Dalam tugas akhir ini didapatkan komposisi maksimum untuk tiap kategori pesawat pada dua parallel runway sistem independent arrivals dan independent departure dengan jarak

4300 ft. Perhitungan simulasi dengan memakai persentase komposisi pesawat dominan kategori C didapatkan kapasitas maksimum parallel runway untuk kedatangan saja (arrival only) sebesar 78 operasi per jam, keberangkatan saja (departure only) sebesar 102 operasi per jam, dan operasi campuran (mixed) sebesar 88 operasi per jam dengan komposisi kategori B: 10%, kategori C: 70%, dan kategori D : 20%.

Kata kunci: Parallel Runway, Simulasi , Komposisi Kategori Pesawat, Kapasitas Maksimum

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Terdahulu

Dalam Tugas Akhir Arief Susetyo (2012) dengan judul Studi dan Perencanaan Penambahan Runway di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya, dilakukan perhitungan untuk menentukan kinerja runway dengan cara matematis, yaitu dengan menghitung waktu pelayanan rata-rata pesawat berdasarkan kecepatan mendarat pesawat (*approach speed*) dan jarak pemisahan minimum. Perhitungan kapasitas runway meliputi konfigurasi campuran pesawat dalam suatu jam puncak. Analisa menggunakan data real dari pesawat yang beroperasi (*teoritis*) dan akan dibandingkan dengan hasil data pada saat *peak*.

Di dalam tugas akhir Arief Susetyo (2012) dilakukan analisa perhitungan penambahan *runway* baru pada Bandara Internasional Juanda Surabaya dan mendapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada Tahun 2010 kapasitas *runway* Bandara Juanda sebesar 48 operasi per jam dapat melayani pergerakan pesawat pada jam puncak sebesar 25 pergerakan.
2. Pada Tahun 2015 kapasitas *runway* Bandara Juanda sebesar 47 operasi per jam sudah tidak dapat menampung pergerakan pesawat pada jam puncak sebesar 55 pergerakan.
3. Setelah adanya penambahan *runway* baru, pergerakan pesawat di *runway* eksisting menjadi 11 pergerakan dari kapasitasnya sebesar 49 pergerakan.
4. Untuk *runway* rencana kapasitasnya sebesar 48 pergerakan per jam melayani sebanyak 44 pergerakan pada saat jam puncak.

Diketahui bahwa dalam perhitungan kapasitas *runway* setelah adanya penambahan *runway* baru menghasilkan kapasitas yang dapat menampung jumlah pergerakan pada Tahun 2015 (Susetyo, 2012), dengan memakai komposisi masing-masing kategori pesawat yang sama dengan sebelumnya, akan tetapi tidak diketahui berapakah kapasitas maksimum dua buah *parallel runway* tersebut dapat menampung pergerakan pesawat.

2.2 Kapasitas Runway

Kapasitas bandara dipengaruhi oleh adanya ketidakcukupan pada komponen sistem bandara, yaitu sisi udara dan sisi darat. Tugas akhir ini hanya menyajikan kapasitas sisi udara yang difokuskan pada kapasitas *runway*.

Kapasitas *runway* adalah maksimum pergerakan pesawat secara berkelanjutan, baik kedatangan maupun keberangkatan, yang dapat diselenggarakan pada periode waktu tertentu pada konfigurasi *runway* yang ditentukan, pada kondisi cuaca tertentu dan tundaan yang bisa diterima. (Sumber: Ashford, 2011)

Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas *runway* (Sumber: Ashford, 2011) adalah:

- Kondisi Meteorological
- Layout Bandara
- Rasio kedatangan dan keberangkatan pesawat
- Campuran pesawat
- *Runway Occupancy Time*
- *Air Traffic Control*

Dalam Tugas Akhir ini, tidak semua kondisi diatas diadopsi dalam analisa. Hanya rasio kedatangan dan keberangkatan, campuran pesawat yang diperhitungkan. Hal ini disebabkan karena keterbatasan waktu dan data yang tersedia.

2.3 Konfigurasi Dasar Runway

Terdapat banyak konfigurasi *runway*. Kebanyakan merupakan kombinasi dari beberapa konfigurasi dasar. Menurut Horonjeff dan Mckelvey (1988) konfigurasi dasar tersebut adalah:

- *Runway Tunggal*

Konfigurasi ini merupakan konfigurasi yang paling sederhana seperti terlihat pada gambar 2.1. Kapasitas *runway* tunggal dalam kondisi VFR adalah berkisar 50 sampai 100 operasi per jam, sedangkan dalam kondisi IFR, kapasitas ini berkurang menjadi 50 sampai 70 operasi per jam, tergantung pada komposisi campuran pesawat terbang dan alat-alat bantu navigasi yang tersedia.



Gambar 2.1 Runway Tunggal
(Sumber: Horonjeff & Mckelvey, 1988)

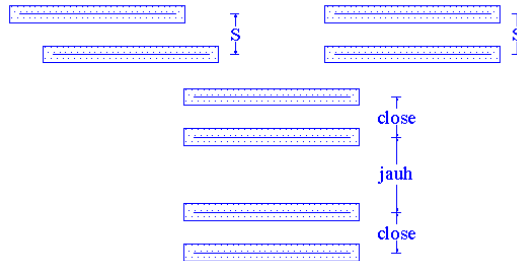
- *Runway Sejajar*

Kapasitas system ini sangat tergantung pada jumlah *runway* dan jarak diantaranya. Jarak antar dua *runway* digolongkan dalam jarak yang rapat, menengah, dan renggang.

1. *Runway* berjarak rapat (*close parallel*) mempunyai jarak dari sumbu ke sumbu antara 700 – 2.500 feet. Kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 100 – 200 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 50 – 60 operasi per jam. Dalam kondisi IFR operasi penerbangan pada satu *runway* tergantung pada *runway* lain.

2. *Runway* berjarak menengah mempunyai jarak dari sumbu ke sumbu antara 2500 - 4500 kaki. Kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 100 – 200 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 60 - 75 operasi per jam. Dalam kondisi IFR operasi penerbangan pada satu *runway* tidak tergantung pada *runway* lain.
3. *Runway* berjarak renggang mempunyai jarak dari sumbu ke sumbu antara 4500 kaki atau lebih. Kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 100 – 200 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 100 - 125 operasi per jam. Dalam kondisi IFR, kedua *runway* itu dapat dioperasikan secara tersendiri baik untuk keberangkatan maupun kedatangan.

Kapasitas per jam dari *runway* sejajar berjarak rapat, menengah, dan renggang dapat bervariasi diantara 100 – 200 operasi dalam kondisi – kondisi VFR, tergantung pada komposisi campuran pesawat terbang; kapasitas yang lebih tinggi terjadi apabila bandara tersebut melayani pesawat penerbangan umum yang kecil.



Gambar 2.2 Runway Sejajar

(Sumber: Horonjeff & Mckelvey, 1988)

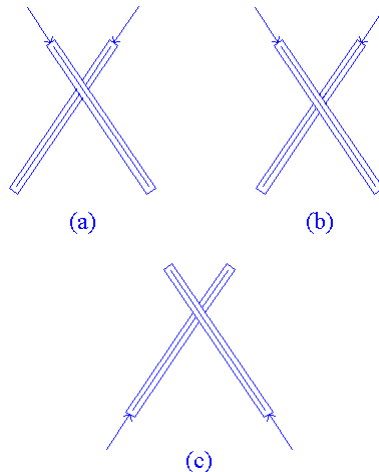
- *Runway Dua Jalur*

Konfigurasi *runway* ini merupakan runway pacu parallel yang saling berdekatan dengan *taxiway* masing-masing Satu *runway* untuk kedatangan yaitu yang terjauh dari bangunan terminal dan yang terdekat dengan bangunan terminal untuk pemberangkatan.

- *Runway yang Berpotongan*

Runway berpotongan ini diperlukan apabila terdapat angin yang relatif kuat (*prevailing wind*) bertiup lebih dari satu arah, sehingga mengakibatkan angin sisi (*cross wind*) berlebihan apabila hanya dibuat satu *runway* saja. Kapasitas dua *runway* ini sangat tergantung pada letak perpotongannya. Makin jauh letak titik potong dari ujung lepas landas *runway* dan ambang pendaratan (*threshold*), kapasitasnya semakin rendah. Konfigurasi *runway* berpotongan ini diperlihatkan pada gambar 2.3.a sampai 2.3.c. Untuk kondisi seperti diperlihatkan pada gambar 2.3.a, kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 70-175 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 60-70 operasi per jam. Untuk kondisi seperti diperlihatkan pada gambar 2.3.b, kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 60-100 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 45 – 60 operasi per jam. Untuk kondisi seperti

diperlihatkan pada gambar 2.3.c, kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 50 – 100 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 40 – 60 operasi per jam

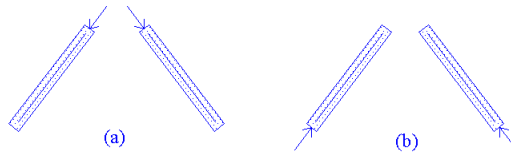


Gambar 2.3 Runway Berpotongan
(Sumber: Horonjeff & Mckelvey, 1988)

- **Runway V-Terbuka**

Runway V-terbuka adalah *runway* yang arahnya memencar (*divergen*) tetapi tidak berpotongan, seperti terlihat pada gambar 2.4.a dan 2.4.b. Kapasitas tertinggi akan dicapai apabila operasi penerbangan dilakukan menjauhi V (gambar 2.4.a). Untuk kondisi seperti diperlihatkan pada gambar 2.4.a kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 60 – 180 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 50 – 80 operasi per jam. Untuk kondisi seperti diperlihatkan pada gambar 2.4.b, kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR

berkisar antara 50 – 100 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 50 – 60 operasi per jam.

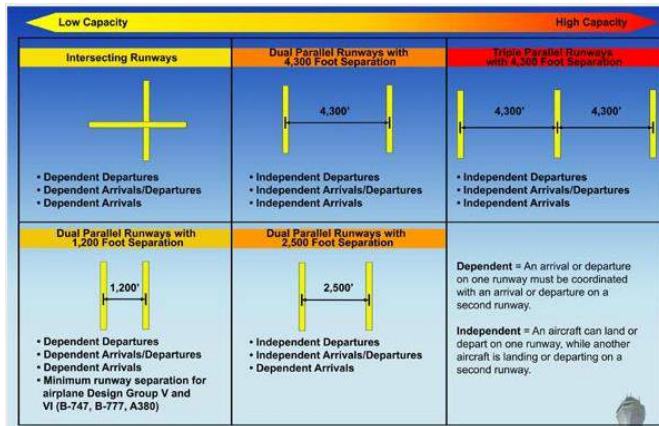


Gambar 2.4 Runway V-Terbuka
(Sumber: Horonjeff & Mckelvey, 1988)

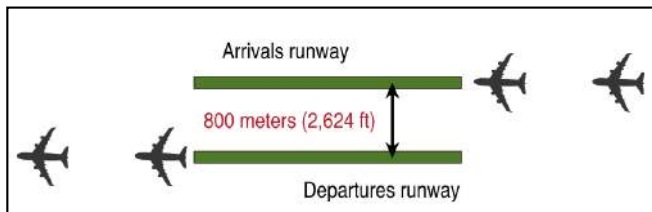
2.4 Pola Operasional Runway Parallel

Konfigurasi dari landasan pacu udara memiliki dampak yang signifikan pada kapasitas per jam. Landasan pacu yang berpotongan memiliki kapasitas operasional yang sedikit sedangkan konfigurasi *parallel runway* menyediakan kapasitas yang lebih besar. Pemisahan jarak yang lebar akan memberikan peningkatan pula dalam kapasitas *runway* tersebut, sedangkan jika saling bedekatan akan berkurang.

Jarak pemisahan antara dua *parallel runway* telah diatur oleh FAA yang dapat dilihat pada gambar 2.5. Ada tiga kategori jarak yang ditentukan, yaitu 1200 ft, 2500 ft dan 4300 ft bergantung pada kapasitas dan pola operasional yang diinginkan. Ada dua pola operasional yaitu *dependent* dan *independent*, *dependent* apabila kedatangan atau keberangkatan pesawat pada satu *runway* harus berkoordinasi dengan *runway* lainnya karena menghindari adanya angin *turbulence* dari pesawat yang dapat menyebabkan gangguan pada pesawat di dalam *runway* kedua. *Independent* apabila pesawat akan mendarat atau berangkat pada satu *runway*, sedangkan pesawat lainnya dapat mendarat dan berangkat pada *runway* kedua.



Gambar 2.5 Aturan Jarak Dua Parallel Runway
(Sumber: Airportsites.net)

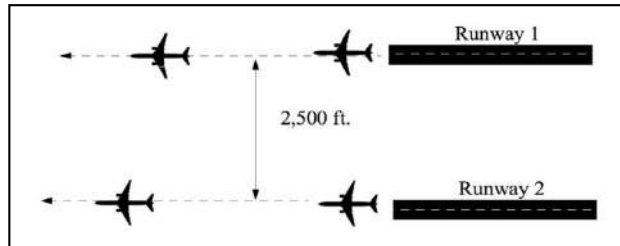


Gambar 2.6 Pola Operasi Terpisah
(Sumber: Trani, 2001)

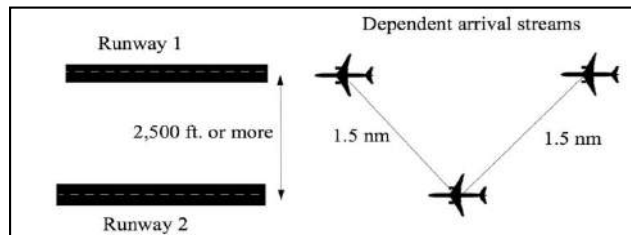
Jarak minimal antara dua *parallel runway* adalah 2500 ft sesuai dengan ketentuan FAA. Pada jarak minimal ini memungkinkan pemisahan operasional antara *arrival* dan *departure* seperti ditunjukkan pada gambar 2.5. Pergerakan *arrival* dan *departure* ini dapat dilakukan secara simultan.

Apabila kedua runway digunakan untuk jenis pergerakan yang sama, misalnya untuk *departure* pada kedua *runway*, hanya dimungkinkan apabila tersedia radar pengamat. Pada kondisi ini pergerakan *departure* secara simultan dimungkinkan seperti

ditunjukkan pada Gambar 2.7. Untuk pergerakan *arrival* pada kedua runway, harus ada jarak seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8. Pergerakan *arrival* secara simultan pada kedua runway parallel hanya dimungkinkan apabila jarak antara kedua runway lebih dari 2500 ft.



Gambar 2.7 Independent Runway Departure
(Sumber: Trani, 2001)



Gambar 2.8 Dependent Runway Arrival
(Sumber: Trani, 2001)

2.5 Time Space Analysis

Sebuah metode solid dan sederhana yang digunakan untuk menghitung landasan pacu dan kapasitas udara jika *headway* antara pesawat diketahui. Ide dasarnya adalah untuk memperkirakan waktu pelayanan rata – rata (mean), atau waktu antarkedatangan di ambang *runway* untuk campuran pesawat. Perumusannya adalah kapasitas berbanding terbalik dari waktu pelayanan rata-rata.

$$Capacity = \frac{1}{E(T_{ij})} \quad (2.1)$$

Dimana;

$E(h)$ = dinyatakan dalam satuan waktu (misal: detik)

2.5.1 Pengembangan Model Untuk Kedatangan (*arrival only*)

Kapasitas suatu *runway* yang hanya digunakan untuk melayani pesawat yang datang dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut (*Horronjeff & McKelvey, 1994*)

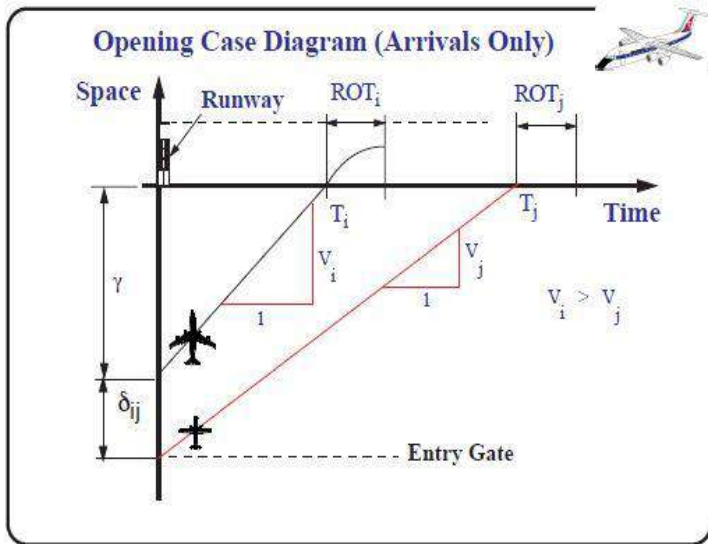
1. Campuran pesawat terbang, yang biasanya diberi karakter oleh penggolongan pesawat ke dalam beberapa kelas menurut kecepatan mendekati *runway* (*approach speed*).
 2. Kecepatan mendekati *runway* dari berbagai kelas pesawat.
 3. Panjang jalur pendekatan umum ke landasan dari jalur masuk (*entry*) atau gerbang ILS ke ambang *runway*.
 4. Aturan-aturan jarak pisah lalu lintas udara minimum atau jarak pisah yang diamati praktis apabila tidak ada peraturan.
 5. Besarnya kesalahan dalam waktu kedatangan di gerbang dan kesalahan kecepatan pada jalur pendekatan umum ke *runway*.
 6. Probabilitas tertentu dari pelanggaran terhadap jarak pisah lalu lintas udara minimum yang dapat diterima.
 7. Waktu pemakaian *runway* rata-rata berbagai kelas pesawat dalam campuran dan besarnya pencaran (*dispersion*) dalam waktu rata-rata tersebut.
- Keadaan bebas kesalahan (*error-free case*)
 Dalam keadaan ini pesawat bisa menjaga jarak minimum yang disyaratkan dengan pesawat lain. Dengan ketepatan yang sedikit berkurang dan untuk membuat perhitungan lebih mudah,

pesawat terbang dikelompokkan ke dalam beberapa kelas kecepatan yang berbeda V_i , V_j , dan seterusnya. Untuk mendapatkan waktu antar kedatangan di ambang landasan pacu, perlu untuk mengetahui apakah kecepatan pesawat yang di depan (V_i), lebih besar atau lebih kecil dari kecepatan pesawat di belakangnya (V_j). Hal ini dapat diterangkan dengan menggambar diagram waktu-jarak yang menggambarkan kondisi tersebut, seperti terlihat pada Gambar 2.9 dan 2.10.

- Keadaan merenggang ($V_i > V_j$)

Untuk keadaan dimana kecepatan saat mendekati landasan dari pesawat yang berada di depan lebih besar daripada kecepatan pesawat dibelakangnya, seperti pada Gambar 2.9, pemisahan waktu minimum di ambang landasan dapat dinyatakan dalam jarak δ_{ij} , panjang jalur pendekatan umum ke landasan γ , dan kecepatan saat mendekati landasan V_i dan V_j dari pesawat di depan dan di belakang. hal ini bersesuaian dengan jarak pemisahan minimum δ_{ij} di sepanjang jalur pendekatan umum ke landasan, yang sekarang terjadi di jalur masuk dan bukan di ambang landasan. Persamaan untuk keadaan ini diperlihatkan pada Persamaan 2.2.

$$T_{ij} = T_j - T_i = \frac{\delta_{ij}}{V_j} + \gamma \left(\frac{1}{V_j} - \frac{1}{V_i} \right) \quad (2.2)$$

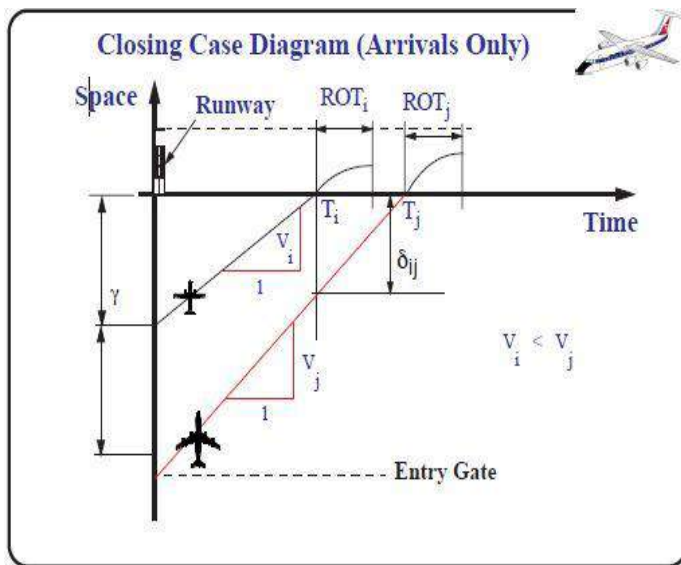


Gambar 2.9 Diagram waktu-jarak untuk jarak antar kedatangan keadaan merenggang
(Sumber: Trani, 2001)

- Keadaan merapat ($V_i \leq V_j$)

Keadaan dimana kecepatan mendekati landasan dari pesawat di depan lebih kecil dari yang berada di belakangnya, seperti pada gambar 2.10. Meskipun demikian, apabila waktu pemakaian *runway* dari kedatangan R_i lebih besar dari pemisahan di udara, maka akan menjadi pemisahan minimum di ambang landasan. Persamaan untuk keadaan ini adalah

$$T_{ij} = T_j - T_i = \frac{\delta_{ij}}{V_j} \quad (2.4)$$



Gambar 2.10 Diagram waktu-jarak untuk jarak antar kedatangan merapat
(Sumber: Trani, 2001)

δ_{ij}	=	minimum separation matrix (nm)
T_{ij}	=	headway antara dua pesawat yang datang (s)
δ	=	minimum arrival-departure separation (nm)
ROT_i	=	runway occupancy time for aircraft (s)
σ	=	standard deviation (s)
V_i	=	kecepatan pada saat mendekati landasan dari pesawat di depan dari kelas i (knots)
V_j	=	kecepatan pada saat mendekati landasan dari pesawat di belakang dari kelas j (knots)

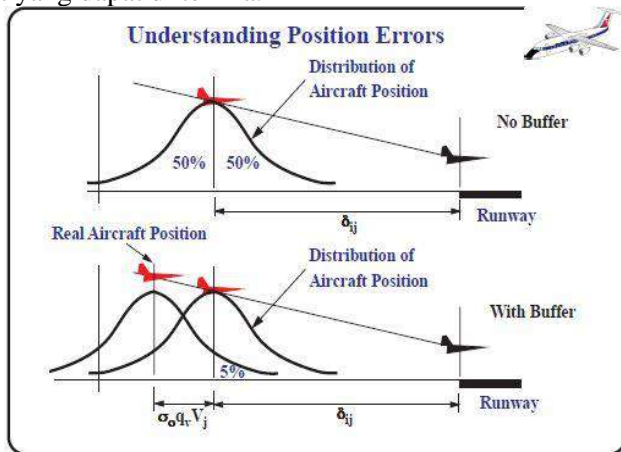
γ	=	panjang jalur pendekatan umum ke runway (nm)
B_{ij}	=	waktu buffer (s)
q_v	=	nilai dimana distribusi normal standar kumulatif mempunyai nilai pv
P_v	=	probability of violation of the minimum separation criteria between two aircraft

- Perhitungan mengenai kesalahan posisi

Model di atas menggambarkan situasi suatu keadaan sempurna tanpa kesalahan. Untuk memperhitungkan kesalahan, ditambahkan waktu sangga terhadap waktu pisah minimum. Lamanya waktu sangga itu tergantung pada probabilitas penyimpangan yang dapat diterima. Gambar 2.11 memperlihatkan posisi pesawat yang berada di belakang ketika mendekati ambang *runway*. Pada bagian atas gambar itu, pesawat yang berada di belakang diatur urutannya sehingga posisi rata-ratanya ditentukan secara tepat oleh pemisahan minimum diantara pesawat yang berada di depan dan di belakang. Meskipun demikian, apabila posisi pesawat merupakan suatu perubahan (variable) sembarang, terdapat probabilitas yang sama bahwa ia akan lebih cepat atau lebih lambat dari jadwal. Apabila pesawat itu lebih cepat dari jadwal, patokan pemisahan minimum akan dilanggar.

Apabila kesalahan posisi itu didistribusikan secara normal, maka daerah kurva bentuk lonceng yang diarsir akan menyatakan probabilitas pelanggaran aturan pemisahan minimum sebesar 50 persen. Oleh karena itu, untuk memperkecil probabilitas pelanggaran ini, pesawat harus diatur untuk sampai di posisi ini dengan membuat waktu sangga terhadap patokan pemisahan minimum, seperti terlihat pada bagian bawah gambar 2.11. Dalam keadaan ini, hanya apabila pesawat jauh lebih cepat dari jadwal sehingga melewati daerah kurva yang lebih kecil, pelanggaran terhadap pemisahan akan terjadi. Tentu saja probabilitas terjadinya hal ini akan semakin kecil. Dalam

kenyataannya, para pengendali lalu lintas udara menjadwalkan pesawat dengan memakai waktu sangga sehingga probabilitas pelanggaran terhadap aturan pemisahan minimum berada pada tingkat yang dapat di terima.



Gambar 2.11 Ilustrasi jarak-waktu penyangga pada pemisahan sebenarnya di antara pesawat apabila kesalahan posisi diperhitungkan
(Sumber: Trani, 2001)

Seperti yang akan diperlihatkan dalam keadaan merapat, penyangga merupakan nilai yang tetap. Meskipun demikian, dalam keadaan merenggang, penyangga tidak harus merupakan nilai yang tetap dan pada umumnya lebih kecil dari penyangga pada keadaan merapat. Dengan mempunyai model-model untuk penyangga, dibuat matriks waktu penyangga $[B_{ij}]$ untuk pesawat dengan kecepatan i yang diikuti oleh pesawat dengan kelas kecepatan j . Matriks ini ditambahkan pada matriks bebas kesalahan untuk menentukan matriks waktu antar kedatangan sebenarnya, yang dari matriks ini kapasitas dapat ditentukan. Hubungan ini diberikan oleh persamaan 2.5.

$$E[T_{ij}] = \sum P_{ij} [M_{ij} + B_{ij}] \quad (2.5)$$

- Kesalahan merapat ($V_i \leq V_j$)

Dalam hal ini, kecepatan mendekati landasan dari pesawat yang berada di depan lebih kecil dari pada di belakang dan pemisahan di perlihatkan pada gambar 2.10. Misalkan $[T_{ij}]$ merupakan selang waktu minimum sebenarnya diantara pesawat kelas i dan j dan dianggap bahwa pemakaian *runway* adalah lebih kecil dari $[T_{ij}]$. Nilai rata-rata $[T_{ij}]$ sebagai $E[T_{ij}]$ dan e_0 sebagai suatu kesalahan random yang didistribusikan secara normal rata-rata nol dengan simpangan baku σ_0 . Maka untuk setiap pasang kedatangan

$$T_{ij} = E[T_{ij}] + e_0$$

tetapi untuk tidak melanggar patokan aturan pemisahan minimum, nilai $E[T_{ij}]$ harus ditambah dengan penyangga sebesar B_{ij} . Oleh karena itu didapat

$$E[T_{ij}] = M_{ij} + B_{ij}$$

dan juga

$$T_{ij} = M_{ij} + B_{ij} + e_0$$

Untuk keadaan ini pemisahan minimum diambang *runway* diberikan oleh persamaan 2.6. Tujuannya adalah untuk mendapatkan probabilitas pelanggaran P_v tertentu, yaitu besarnya penyangga yang dibutuhkan.

$$P_v = P\left(T_{ij} < \frac{\delta_{ij}}{V_j}\right)$$

atau

$$P_v = P \left(\frac{\delta_{ij}}{V_j} + B_{ij} + e_0 < \frac{\delta_{ij}}{V_j} \right) \quad (2.6)$$

yang disederhanakan menjadi

$$P_v = P (B_{ij} < -e_0)$$

Dengan menganggap bahwa kesalahan itu didistribusikan secara normal dengan simpangan baku σ_0 , nilai penyangga dapat dicari dari persamaan 2.7.

$$B_{ij} = \sigma_0 q_v \quad (2.7)$$

dimana :

q_v = nilai dimana distribusi normal standar kumulatif mempunyai nilai $(1-p_v)$

Dengan kata lain, hal ini berarti besarnya simpangan baku dari rata-rata dalam suatu prosentase tertentu di bawah kurvanormal akan didapat. Sebagai contoh, apabila $p_v = 0,05$, maka q_v adalah prosentase ke-95 dari distribusi dan besarnya = 1,65. Dalam keadaan merapat, waktu sangga adalah suatu konstanta yang bergantung pada besarnya pancaran kesalahan dan probabilitas pelanggaran p_v yang dapat diterima.

- Keadaan merenggang ($V_i > V_j$)

Berikutnya merupakan keadaan dimana kecepatan pada saat mendekati ambang landasan dari pesawat yang berada di depan lebih besar dari pada yang di belakangnya. Dalam hal ini pemisahan diantara pesawat bertambah dari jalur masuk. Model didasarkan pada anggapan bahwa pesawat yang berada di belakang harus dijadwalkan pada jarak yang tidak kurang dari δ_{ij} mil di belakang pesawat yang berada di depan ketika yang

terakhir ini berada pada jalur masuk, tetapi di anggap bahwa pemisahan yang ketat hanya dilakukan oleh pengendali lalu lintas udara ketika pesawat yang berada di belakang mencapai jalur masuk. Anggapan ini diperlihatkan pada gambar 2.9.

Untuk keadaan ini probabilitas pelanggaran hanyalah probabilitas bahwa pesawat yang berada di belakang mencapai pintu masuk. Dengan menggunakan persamaan 2.2 dan 2.7 untuk menghitung jarak sebenarnya diambang landasan dan disederhanakan menjadi

$$B_{ij} = \sigma_0 q v - \delta_{ij} \left(\frac{\gamma}{v_j} - \frac{\gamma}{v_i} \right) \quad (2.8)$$

Oleh karena itu, untuk keadaan merenggang besarnya penyangga dikurangi dan yang dibutuhkan dalam keadaan merapat, seperti terlihat pada persamaan 2.8. Nilai penyangga yang negatif tidak diperbolehkan dan oleh sebab itu, peyangga merupakan suatu nilai positif dengan minimum sama dengan nol.

2.5.2 Pengembangan model untuk keberangkatan (departures only)

Ketika keberangkatan dinyatakan bebas untuk lepas landas berdasarkan interval waktu minimum, atau waktu antar keberangkatan t_d , kapasitas keberangkatan landasan pacu C_d diberikan oleh persamaan 2.1 dan 2.4.

$$C_d = \frac{3600}{E(t_d)} \quad (2.9)$$

dan

$$E(t_d) = \sum [p_{ij}] [t_d] \quad (2.10)$$

dimana :

$E(t_d)$ = waktu pelayanan rata-rata (mean), atau waktu antar keberangkatan di ambang *runway* untuk campuran pesawat.

$[p_{ij}]$ = probabilitas pesawat yang di depan i, akan diikuti oleh pesawat dibelakangnya j.

$[t_d]$ = matriks waktu antar keberangkatan

2.5.3 Pengembangan model-model untuk operasi campuran

Model ini didasarkan pada empat aturan pengoperasian yang sama seperti halnya model-model yang dikembangkan oleh AIL (*Airbone Instruments Laboratory*). Aturan-aturan ini adalah sebagai berikut :

1. Kedatangan mempunyai prioritas dari pada keberangkatan.
2. Hanya satu pesawat dapat berada di *runway* pada sembarang waktu
3. Keberangkatan tidak dapat dilaksanakan apabila pesawat yang datang berikutnya berada pada jarak yang kurang dari suatu jarak tertentu di ambang *runway*, biasanya 2 nmi dalam kondisi IFR (*Instruments Flight Rules*).
4. Keberangkatan yang berurutan diatur sehingga pemisahan waktu minimumnya sama dengan waktu pelayanan keberangkatan.

Diagram waktu-jarak dapat digambar untuk memperlihatkan pengurutan operasi campuran menurut aturan-aturan yang disebutkan di atas dan hal ini diperlihatkan pada gambar 2.11. Pada gambar ini T_i dan T_j merupakan waktu dimana pesawat yang ada di depan (i) dan yang ada di belakang (j),

melewati ambang kedatangan, δ_{ij} adalah pemisahan minimum di antara kedatangan, T_1 adalah waktu dimana pesawat yang datang meninggalkan *runway*, T_d adalah waktu dimana pesawat yang berangkat mulai lepas landas, δ_d adalah jarak minimum pada jarak dimana pesawat yang datang harus berada (dari ambang landasan) supaya keberangkatan dapat dilakukan, T_2 adalah waktu yang menyatakan saat terakhir dimana keberangkatan dapat dilakukan, R_1 adalah waktu pemakaian *runway* untuk suatu kedatangan, G adalah perbedaan waktu dimana keberangkatan dapat dilakukan, dan t_d adalah waktu pelayanan yang dibutuhkan untuk keberangkatan.

Karena kedatangan diberikan prioritas, pesawat yang datang diurutkan dengan pemisahan minimum dan keberangkatan tidak dapat dilakukan kecuali terdapat perbedaan waktu G diantara kedatangan yang berurutan. Oleh karena itu dapat ditulis

$$G = T_2 - T_1 > 0$$

Tetapi kita tahu bahwa

$$T_1 = T_i + R_i$$

dan

$$T_2 = T_j - \frac{\delta_{ij}}{v_j}$$

maka dapat ditulis

$$T_2 - T_1 > \left(T_j - \frac{\delta_{ij}}{v_j} \right) - (T_i + R_i) > 0$$

Atau untuk melakukan satu keberangkatan diantara dua keberangkatan yang berurutan, didapat

$$T_j - i > R_i + \frac{\delta_d}{v_j}$$

Dengan pengembangan sederhana persamaan ini, jelas bahwa waktu antar kedatangan rata-rata yang di butuhkan $E[T_{ij}]$ untuk melakukan n keberangkatan di antara dua kedatangan diberikan oleh persamaan 2.11.

$$E[T_{ij}] \geq E[R_i] + E\left[\frac{\delta_d}{V_j}\right] + (n - 1) E[T_d] \quad (2.11)$$

dimana

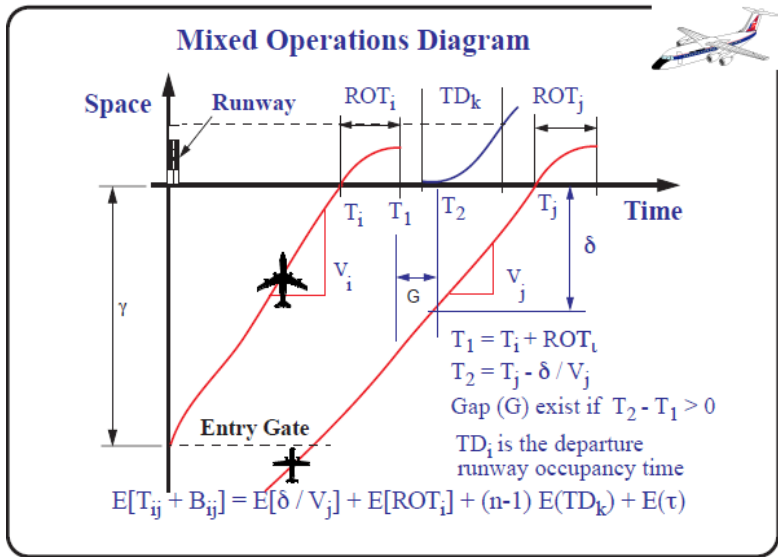
$E[T_{ij}]$ = waktu dimana pesawat yang ada di depan (i) dan yang ada di belakang (j), melewati ambang kedatangan.

$E[R_i]$ = waktu pemakaian *runway* untuk suatu kedatangan.

δ_d = pemisahan minimum di antara kedatangan.

V_j = kecepatan pada saat mendekati landasan dari pesawat di belakang dari kelas j.

$E[T_d]$ = waktu pelayanan yang di butuhkan untuk keberangkatan.



Gambar 2.12. Diagram waktu-jarak untuk jarak antarkedatangan, operasi campuran pada suatu sistem landasan pacu
(Sumber: Trani, 2001)

Harus diingat bahwa suku terakhir dalam persamaan 2.11 adalah nol apabila hanya satu keberangkatan yang akan disisipkan di antara dua kedatangan. Suatu faktor kesalahan $\sigma_G q_v$ dapat ditambahkan pada persamaan di atas untuk memperhitungkan pelanggaran terhadap perbedaan jarak.

Kapasitas *runway* pada operasi campuran diberikan pada persamaan 2.12 berikut :

$$C_m = \frac{1}{E(\Delta T_{ij})} (1 + \sum n_d p_{nd}) \quad (2.12)$$

dimana

- C_m = kapasitas *runway* untuk operasi campuran.
- $E(\Delta T_{ij})$ = nilai waktu antar kedatangan.
- n_d = jumlah keberangkatan yang dapat dilakukan di antara du kedatangan.
- p_{nd} = probabilitas jumlah keberangkatan n_d dapat dilakukan.

2.6 Kategori Pesawat

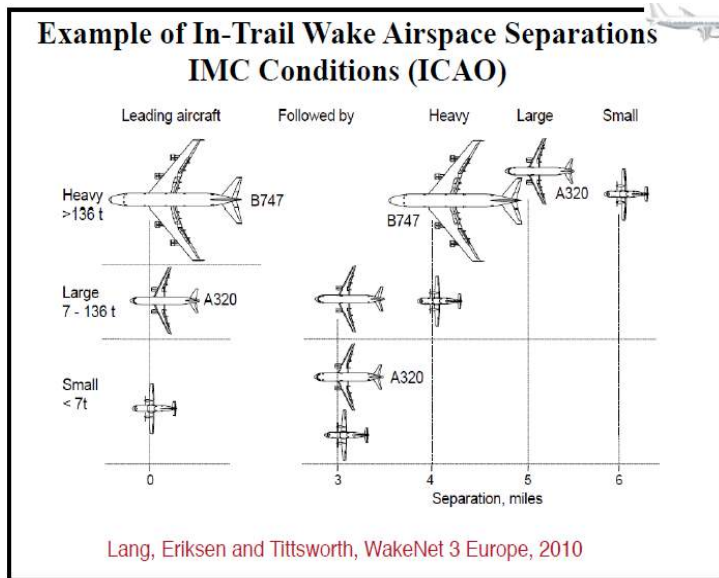
Menurut FAA ada 5 macam penggolongan pesawat terbang untuk membedakan pesawat di dalam area terminal:

- Small (< 41,000 lb)
- Large (< 255,000 lb)
- B757
- Heavy (>255,000 lb)
- Superheavy (airbus A380 and Antonov)

sedangkan menurut ICAO digolongkan menjad 4 macam:

- Light (< 7 metric tons)
- Medium (7 tons < x < 136 tons)
- Heavy (> 136 tons)
- Superheavy (A380 dan Antanov 225)

Banyak penyedia layanan navigasi lain yang mungkin memiliki perbedaan dalam menentukan penggolongan kelompok-kelompok atau tipe pesawat pesawat (contoh: NAT UK yang menggolongkan ke dalam 6 groups). Seperti terlihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Kategori pesawat menurut FAA dan pemisahan jarak antara pesawat dalam kondisi IMC
(Sumber: Trani, 2001)

2.7 Peraturan Pemisahan Pesawat

Terdapat dua macam peraturan pemisahan pesawat yang ada dalam dunia penerbangan, keduanya dibedakan menurut kondisi cuaca yang dihadapi oleh pilot dalam menerbangkan suatu pesawat terbang. Yang pertama adalah visual Flight atau dalam istilah penerbangan disebut dengan VFR (Visual Flight Rules) adalah cara menerbangkan pesawat terbang dengan hanya melihat kompas dan daratan dengan mengikuti tanda-tanda alam seperti sungai, gunung, pantai atau juga mengikuti jalan raya sbg acuan. Tetapi cara terbang seperti VFR ini mempunyai keterbatasan, salah satunya keadaan cuaca dan jarak pandang yg harus bagus. Kecepatan pesawat yg relatif tinggi membutuhkan jarak pandang yg cukup jauh. Keadaan cuaca seperti hujan dan kabut bisa mengakibatkan jarak pandang yg berkurang. Kondisi

cuaca untuk menerbangkan pesawat dengan cara/aturan VFR disebut VMC (Visual Meteorological Condition).

Seiring perkembangan teknologi penerbangan yg mampu membuat pesawat terbang semakin cepat, semakin tinggi serta sistem navigasi semakin canggih, penerbang tidak punya waktu atau bahkan tidak bisa menerbangkan pesawat dgn rujukan posisi di darat seperti terbang dengan cara VFR, penerbang hanya mengikuti panduan instrument di dalam pesawat (tanpa melihat keluar). Aturan cara terbang seperti ini disebut IFR (Instrument Flight Rules), yang disediakan oleh pemandu lalu lintas udara yang ada di bandara. Kondisi cuaca untuk menerbangkan pesawat dengan cara/aturan IFR disebut IMC (Instrument Meteorological Condition).

Jarak antara dua pesawat yang akan beroperasi pada *runway* diatur sesuai dengan keadaan IFR dalam kondisi cuaca IMC atau VFR dalam kondisi cuaca VMC. Peraturan-peraturan ini dapat dilihat dalam table 2.1 sampai table 2.4.

Tabel 2.1 Minimum Arrival – Arrival Separation Pada Kondisi IMC.

Minimum Separation Matrix (nm)			Arrivals-Arrivals	
Lead	Trailing			
	Small	Large	Heavy	
Small	3	3	3	
Large	5	3	3	
Heavy	6	5	3	

Tabel 2.2 Minimum Departure – Departure Separation Pada Kondisi IMC.

Departure-Departure Separation Matrix (seconds)				
Lead	Trailing			
	Small	Large	Heavy	
Small	60	60	60	
Large	60	60	90	
Heavy	120	120	120	

Tabel 2.3 Minimum Arrival – Arrival separation pada kondisi VMC.

Minimum Separation Matrix (nm)				Arrivals-Arrivals
Lead	Trailing			
	Small	Large	Heavy	
Small	2.4	2.4	2.4	
Large	5	2.4	2.4	
Heavy	6	4	2.7	

Tabel 2.4 Minimum Departure – Departure separation pada kondisi VMC.

Departure-Departure Separation Matrix (seconds)				
Lead	Trailing			
	Small	Large	Heavy	
Small	50	50	50	
Large	50	50	75	
Heavy	90	90	90	

2.8 Metode Perhitungan Jam Puncak

Perhitungan volume jam puncak dalam tugas akhir ini diperlukan :

1. Sebagai dasar acuan kondisi paling maksimum pemakaian *runway*
2. Untuk mengetahui tingkat pergerakan maksimum pada kondisi *peak hour*

Berdasarkan data *existing* jumlah rata-rata pergerakan harian di *runway* dalam 1 tahun dan jumlah pergerakan pesawat di *runway* pada bulan puncak dalam 1 tahun. Dapat diketahui *ratio* jumlah pergerakan pesawat total 1 tahun. Dapat dilihat pada perumusan (*pignataro. 1973*)

$$R_{month} = \frac{N_{month}}{N_{year}} \quad (2.13)$$

dimana :

R_{month} = *Peak month ratio*

N_{month} = Jumlah pergerakan total pesawat di *runway* saat bulan puncak

N_{years} = Jumlah pergerakan total pesawat di *runway* dalam 1 tahun.

Ratio jumlah pergerakan pesawat pada hari puncak terhadap jumlah pergerakan pesawat bulam puncak adalah

$$R_{day} = \frac{N_{day}}{N_{month}} \quad (2.14)$$

dimana :

R_{day} = Peak day ratio

N_{day} = Jumlah pergerakan total pesawat di *runway* dalam 1 hari

N_{month} = Jumlah pergerakan total pesawat di *runway* saat bulan puncak

Ratio jumlah pergerakan pesawat pada jam puncak terhadap jumlah pergerakan pesawat total 1 hari adalah :

$$R_{hour} = \frac{N_{hour}}{N_{day}} \quad (2.15)$$

dimana :

R_{hour} = *Peak hour ratio*

N_{hour} = Jumlah pergerakan total pesawat di *runway* saat jam puncak

N_{day} = Jumlah pergerakan total pesawat di *runway* dalam 1 hari

Untuk memperkirakan jumlah pergerakan pesawat tahun rencana untuk kondisi *peak hour* adalah dengan langsung mengalihkan R dengan peramalan jumlah pergerakan harian rata-rata pada bulan puncak tahun rencana.

2.9 Teori Simulasi

Simulasi merupakan suatu model pengambilan keputusan dengan mencontoh atau mempergunakan gambaran sebenarnya dari suatu system kehidupan dunia nyata tanpa harus mengalaminya pada keadaan yang sesungguhnya. Dengan mencontoh atau menduplikasi keadaan yang sebenarnya ini memungkinkan pengambil keputusan untuk melakukan suatu eksperimen terhadap system dan prediksi tingkah laku dan hasilnya berdasar input berbagai parameter dan aturan. Di samping itu, pengambilan keputusan juga dapat menganalisis berbagai performa system dan memilih keputusan yang optimal untuk jangka waktu yang panjang. Simulasi digunakan apabila suatu kasus atau masalah nyata model matematikanya tidak dapat dibentuk atau metode atau rumus yang tersedia tidak dapat dipakai.

Menurut Ir. M. Iqbal Hasan (2002) simulasi dibedakan menjadi dua, yaitu:

- **Simulasi Analog**

Simulasi analog artinya menggantikan fisik yang asli dengan lingkungan fisik yang asli dengan lingkungan fisik tiruan yang lebih mudah untuk dimanipulasi. Simulasi ini mempergunakan representasi fisik untuk menjelaskan karakteristik yang penting dari masalah.

- **Simulasi Matematik**

Simulasi matematik artinya meniru dengan model matematik untuk mendapatkan ciri operasi system melalui suatu eksperimen. Jika eksperimen ini berulang-ulang, maka untuk mempermudah dan mempercepat penyelesaian hitungnya digunakan bantuan computer.

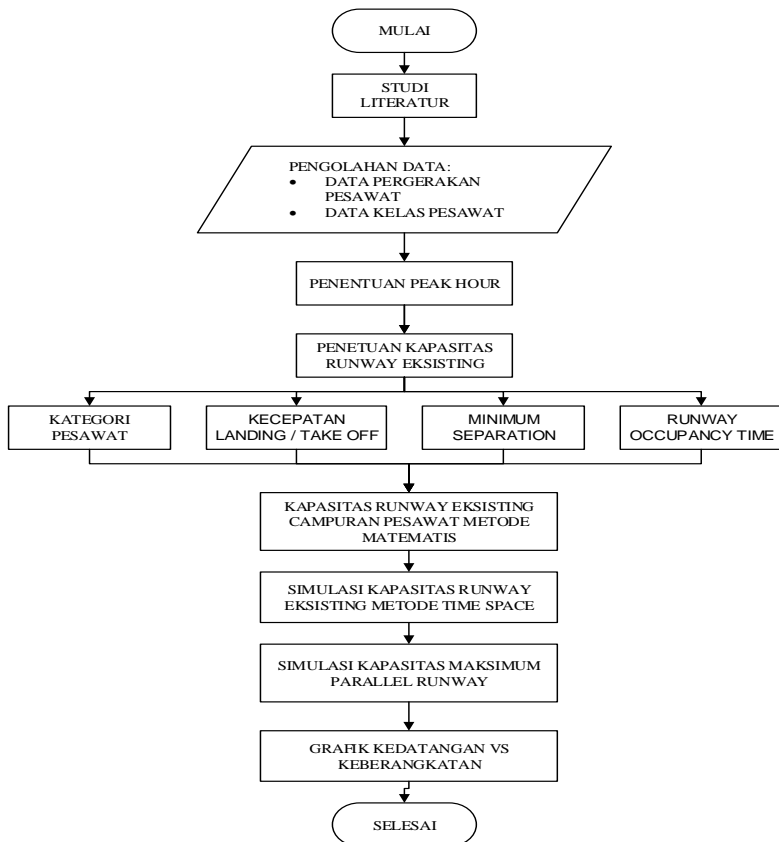
“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI

3.1 Umum

Metodologi penulisan Tugas Akhir ini mengikuti bagan alir pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.2 Studi Literatur

Studi literatur pada tugas akhir diperlukan sebagai sarana penunjang untuk menyelesaikan Tugas Akhir. Di dalam proses studi literatur, penulis dapat mengetahui berbagai macam dasar teori yang digunakan dalam pengerjaan Tugas akhir, meliputi pengetahuan tentang peraturan - peraturan yang akan dipakai, dan metode perhitungan kapasitas runway. Studi literatur didapat dari berbagai sumber seperti buku diktat kuliah, jurnal, peraturan - peraturan terkait, internet, serta buku penunjang lainnya yang berhubungan dengan penyelesaian Tugas Akhir.

3.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam proses perhitungan antara lain:

- Data *Peak Hour* pada *Peak Day* pada *Peak Month*
- Data Kelas Pesawat
 Dalam menghitung kapasitas runway, salah satu yang mempengaruhi kapasitas runway itu adalah menentukan variasi campuran pesawat yang terdiri dari beberapa kategori yaitu *heavy*, *small* dan *large*. Untuk menentukan pesawat berada pada kategori *small*, *heavy*, atau *large*, dapat dilihat autran FAA mengenai penentuan kategori pesawat berdasarkan *landing speed* yang akan dijelaskan lebih lanjut pada Bab 4.
- Data ROT
Runway Occupancy Time adalah lamanya waktu yang dibutuhkan pesawat mulai dari *landing* sampai meninggalkan *runway*. Lamanya waktu bergantung pada kecepatan pesawat saat *landing* dan adanya *exit taxiway* terdekat.

- **Data Jarak Pemisahan Minimum**
Akan ditentukan jarak antar dua pesawat dalam arah vertical sesuai dengan table FAA, bergantung pada komposisi jenis pesawat yang akan menjadi traailing dan lead yang terdiri dari heavy, large dan small. Di dalam peraturan FAA, table dibedakan menjadi dua menurut kondisi penerbangan, yaitu VMC apabila penerbang mendapatkan visual yang baik dan IMC apabila penerbang tidak mendapatkan visual yang baik akibat dari cuaca yang buruk. Tabel juga dibedakan antara arrival-arrival yang memakai satuan nautical miles dengan departure-departure yang memakai satuan detik.

3.4 Penentuan Kapasitas Runway Eksisting

Bandara Juanda mempunyai *runway* tunggal. Pada tahap ini perlu dievaluasi kapasitas *runway* tunggal untuk mengetahui apakah pergerakan pesawat pada kondisi *peak hour* sudah melampaui kapasitas *runway*.

3.5 Disain Simulasi Model

Simulasi adalah suatu teknik untuk menduplikasi kegiatan sesungguhnya ke dalam bentuk suatu pemrograman komposisi. Pemrograman ini dilakukan secara sederhana menggunakan Program Bantu Microsoft Excel.

Tujuan simulasi ini adalah untuk mendapatkan variasi kapasitas runway yang diperoleh dari merubah berbagai variabel pengaruh. Variabel pengaruh yang dimaksud adalah kelas pesawat dan persentase campuran pergerakan pesawat. Simulasi yang didisain adalah simulasi untuk kedatangan saja, keberangkatan saja, dan operasi campuran. Variasi pergerakan ini disimulasikan pada *runway* tunggal dan ganda.

3.6 Membuat Diagram Grafik Komposisi Pergerakan per Jam (Kenerangkatan vs Kedatangan)

Perencana operasional bandara menggunakan diagram kapasitas untuk menentukan komposisi pesawat yang beroperasi. Grafik yang dihasilkan akan menjadi batas operasi pergerakan pesawat di suatu bandara. Grafik ini menunjukkan perbandingan prosentase antara keberangkatan dan kedatangan dalam satuan jam.

3.7 Kesimpulan

Kesimpulan dari Tugas Akhir ini diharapkan menghasilkan suatu Diagram untuk menentukan jumlah dan komposisi pergerakan pesawat pada suatu Bandar Udara yang memiliki dua parallel runway.

BAB IV

ANALISA DATA

4.1 Penentuan Peak Hour

Di dalam perhitungan simulasi akan didapatkan kapasitas *runway* berdasarkan persentase masing-masing kategori pesawat. Untuk membandingkan apakah kapasitas *runway* yang dihasilkan pada proses simulasi memenuhi, akan digunakan data persentase kategori masing-masing pesawat studi kasus Bandara Internasional Juanda Surabaya dan dilakukan perhitungan menggunakan cara matematis.

Data yang akan digunakan adalah data pergerakan pesawat dalam 1 tahun dan akan ditentukan *peak month*, *peak day* dan *peak hour*. Perhitungan volume jam puncak dalam Tugas Akhir ini menggunakan data dari Bandar Udara Internasional Juanda sebagai acuan. Perhitungan volume jam puncak diperlukan:

1. Sebagai dasar acuan kondisi paling maksimum pemakaian *runway*.
2. Untuk mengetahui tingkat pergerakan maksimum pesawat pada kondisi *peak hour*.

Berdasarkan data eksisting jumlah rata-rata pergerakan pesawat di *runway* dalam 1 tahun dan jumlah pergerakan pesawat di *runway* pada bulan puncak dalam 1 tahun dapat diketahui *peak month*. *Peak Month* adalah jumlah pergerakan pesawat terbesar pada 1 bulan dalam 1 tahun. Setelah mendapatkan *peak month* dapat diketahui *peak day* yaitu, jumlah pergerakan pesawat terbesar pada 1 hari dalam 1 bulan dan dalam 1 tahun. Dan setelah mendapatkan *peak month* dan *peak hour* dapat diketahui *peak day* yaitu, jumlah pergerakan pesawat terbesar pada jam tertentu dalam 1 hari dalam 1 bulan dan dalam 1 tahun.

Dikarenakan keterbatasan data terbaru maka dalam perumusan Tugas Akhir ini digunakan data pada tahun 2012. Perhitungan ini membutuhkan data historis pergerakan pesawat tiap bulan pada tahun 2012. Data pergerakan pesawat tiap bulan dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Pergerakan Pesawat Pada Tahun 2012

No	Bulan	Total Pergerakan						
		Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
1	Januari	332	328	319	318	322	318	318
2	Februari	318	318	324	317	326	313	322
3	Maret	323	330	337	331	345	336	343
4	April	333	333	336	334	342	331	345
5	Mei	327	331	334	325	331	327	328
6	Juni	346	346	337	340	355	347	349
7	Juli	367	359	352	362	325	367	365
8	Agustus	374	320	317	330	334	402	361
9	September	370	375	367	365	368	368	381
10	Oktober	367	353	364	367	361	369	371
11	November	366	366	371	369	373	371	367
12	Desember	363	351	356	364	378	379	385

(Sumber: PT Angkasa Pura I)

Dari Tabel diatas dapat diketahui *peak month* dan *peak day* pergerakan pesawat pada tahun 2012 yaitu, pada Hari Sabtu dalam Bulan Agustus dengan total jumlah pergerakan pesawat sebesar 402 pergerakan. Setelah mendapatkan *peak month* dan *peak day* akan dilanjutkan dengan mencari *peak hour* yang nantinya akan digunakan dalam perhitungan kapasitas *runway*.

Peak hour adalah jam tersibuk yang didapatkan pada bulan tersibuk dalam 1 tahun. Perhitungan untuk mencari jam tersibuk pada Hari Sabtu Agustus 2012 disajikan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Pergerakan Pesawat Hari Sabtu Agustus 2012

PUKUL	Sabtu		
	Arrival	Departure	Total
00:00 - 00:59	0	1	1
01:00 - 01:59	1	0	1
02:00 - 02:59	0	1	1
03:00 - 03:59	0	0	0
04:00 - 04:59	1	0	1
05:00 - 05:59	0	5	5
06:00 - 06:59	7	19	26
07:00 - 07:59	16	17	33
08:00 - 08:59	9	14	23
09:00 - 09:59	17	15	32
10:00 - 10:59	9	11	20
11:00 - 11:59	7	12	19
12:00 - 12:59	11	6	17
13:00 - 13:59	14	12	26
14:00 - 14:59	13	12	25
15:00 - 15:59	11	13	24
16:00 - 16:59	15	13	28
17:00 - 17:59	18	12	30
18:00 - 18:59	12	13	25
19:00 - 19:59	9	9	18
20:00 - 20:59	10	6	16
21:00 - 21:59	7	3	10
22:00 - 22:59	9	3	12
23:00 - 23:59	6	3	9
TOTAL			402

(Sumber: PT Angkasa Pura I)

Berdasarkan data pada tabel 4.2 diatas akan didapatkan jam puncak (*peak hour*) terjadi pada Pukul 07:00 - 07:59 dengan 33 pergerakan.

4.2 Kapasitas Runway

Aturan-aturan pengurutan dasar yang digunakan untuk melayani pesawat terbang adalah (Horonjeff & McKelvey, 1994):

1. Dua pesawat terbang tidak boleh dioperasikan di *runway* pada saat yang bersamaan.
2. Pesawat yang datang diberi prioritas untuk menggunakan *runway* daripada pesawat yang berangkat.
3. Operasi keberangkatan dapat dilakukan apabila *runway* telah bebas dan kedatangan berikutnya paling sedikit berada pada suatu jarak tertentu dari ambang *runway*.

Selain itu terdapat pula aturan-aturan pengoperasian suatu *runway* yang digunakan untuk melayani kedatangan dan keberangkatan (*Airborne Instruments Laboratory*):

1. Kedatangan mempunyai proiritas daripada keberangkatan.
2. Hanya satu pesawat dapat berada di *runway* pada sembarang waktu.
3. Keberangkatan tidak dapat dilaksanakan apabila pesawat yang datang berikutnya berada pada jarak yang kurang dari suatu jarak tertentu dari ambang landasan pacu, biasanya 2nmi dalam kondisi IFR
4. Keberangkatan yang berurutan diatur sehingga pemisahan waktu minimumnya sama dengan waktu pelayanan keberangkatan.

Perhitungan kapasitas *runway* yang hanya digunakan untuk melayani pesawat yang datang dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut (Horonjeff & McKelvey, 1994):

1. Campuran pesawat terbang, yang biasanya diberi karakter oleh penggabungan pesawat ke dalam beberapa kelas menurut kecepatan mendekati *runway*. Pesawat yang akan *takeoff* tidak dihitung karena clearance time yaitu sebesar 120 detik.
2. Kecepatan mendekati *runway* dari berbagai kelas pesawat. Data mengenai kecepatan mendekati *runway* dari berbagai kelas pesawat dapat dilihat pada Lampiran.
3. Panjang jalur pendekatan umum ke landasan dari jalur masuk (*entry*) atau gerbang ILS ke ambang *runway*. Berdasarkan pengamatan langsung pada survey data primer di Menara ATC di dalam tugas akhir Zadly Andi (2005). Bandara Internasional Juanda Surabaya dapat diketahui bahwa panjang jalur pendekatan umum ke ambang *runway* berada di sepanjang 15 mil menuju ambang *runway*.
4. Aturan-aturan jarak pisah lalu lintas udara minimum atau jarak pisah yang diamati praktis apabila tidak ada peraturan. Data tersebut juga telah diamati pada survey data primer di Menara ATC Bandara Internasional Juanda Surabaya.
5. Besarnya kesalahan dalam waktu kedatangan di ggerbang dan kesalahan kecepatan pada jalur pendekatan umum ke *runway*.
6. Probabilitas tertentu dari pelanggaran terhadap jarak pisah lalu lintas udara minimum yang dapat diterima. Dalam jadwal maskapai penerbangan, terdapat beberapa penerbangan yang akan mendarat dan lepas landas pada saat yang bersamaan. Hal ini mengakibatkan salah satu pesawat harus berputar agar terpisah sejauh jarak pisah minimum dari pesawat yang ada di depannya.
7. Waktu pemakaian *runway* rata-rata berbagai kelas pesawat dalam campuran dan besarnya pencaran (*dispersion*) dalam waktu rata-rata tersebut.

4.2.1 Kapasitas Runway Kondisi Eksisting Studi Kasus Bandara Juanda

Perhitungan kapasitas *runway* kondisi eksisting menggunakan data pada Tahun 2012 karena keterbatasan data terbaru. Bulan tersibuk pada kondisi normal terjadi pada Bulan Agustus dan hari tersibuk pada Hari Sabtu, seperti terlihat pada Tabel 4.2.

Dalam perhitungan kapasitas *runway* kondisi eksisting ini menggunakan metode matematis seperti pada Tugas Akhir Arief Susetyo (2012), yang nantinya akan dibandingkan dengan perhitungan menggunakan metode *time space analysis* dengan menggunakan program bantu Microsoft Excel pada Bab V.

Kategori pesawat digolongkan berdasarkan kecepatan pendaratan. Untuk lebih jelasnya penggolongan pesawat berdasarkan peraturan *Federal Aviation Administration* (FAA) dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Kategori Pesawat Berdasarkan Kecepatan Menurut FAA

Kategori	Kecepatan Mendarat
A	< 90 knots
B	91 knots - 120 knots
C	121 knots - 140 knots
D	141 knots - 165 knots

(Sumber: FAA)

Jadwal penerbangan Hari Sabtu, Agustus 2012 Pukul 07:00 - 07:59 dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan 4.6 serta campuran pesawat dan karakteristiknya dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Campuran Pesawat dan Karakteristiknya pada Penerbangan Pukul 07:00 - 07:59

Tipe Pesawat	Landing Speed (knot)	Take Off Speed (knot)	Waktu Pemakaian Runway (detik)	Persentase	
				Arrivals	Departures
B	120	110	62	12	18
C	128	139	67,4	50	41
D	145	145	64,5	38	41

(Sumber: Zadly, 2010)

Pada Tabel 4.4, tipe pesawat A dan E tidak dimasukkan dalam analisis karena kedua tipe tersebut tidak beroperasi di BAndara Juanda.

Landing speed dan *Take off speed* adalah kecepatan pesawat yang diambil dari data pesawat dan diambil yang terkecil dari masing-masing kategori. Waktu pemakaian *runway* (R_i) dan kecepatan pendekatan (*approach speed*) merupakan nilai rata-rata tiap kategori pesawat yang diambil dari Tugas Akhir Zadly Andi (2010). Sementara persentase campuran kedatangan dan keberangkatan ditentukan dari jadwal penerbangan pada jam puncak Hari Sabtu, Agustus 2012.

Tabel 4.5 Jadwal Penerbangan Kedatangan Pesawat Hari Sabtu
Agustus 2012 Pukul 07:00 - 07:59

No	KEDATANGAN/ARRIVALS					
	Type Pesawat	Landing Speed (knots)	Landing Distance (meter)	Kategori Pesawat	Nomor Penerbangan	Jam
1	B - 733	130	1400	C	SJ - 268	7:05
2	B - 739	145	1700	D	JT - 691	7:05
3	B - 739	145	1700	D	JT - 801	7:10
4	ATR - 72	120	1100	B	IW - 1814	7:10
5	ATR - 72	120	1100	B	IW - 1800	7:15
6	B - 732	150	1400	D	SJ - 170	7:15
7	B - 733	130	1400	C	MZ - 616	7:15

Tabel 4.5 (Lanjutan)

No	KEDATANGAN/ARRIVALS					
	Type Pesawat	Landing Speed (knots)	Landing Distance (meter)	Kategori Pesawat	Nomor Penerbangan	Jam
8	B - 739	145	1700	D	JT - 1572	7:20
9	B - 734	137	1500	C	Y6 - 343	7:20
10	B - 739	145	1700	D	JT - 367	7:20
11	B - 738	140	1600	C	GA - 302	7:25
12	A - 320	137	1440	C	QG - 811	7:30
13	B - 739	145	1700	D	JT - 748	7:30
14	B - 735	128	1400	C	Y6 - 725	7:45
15	A - 320	137	1440	C	QZ - 7629	7:50
16	B - 734	137	1500	C	Y6 - 702	7:55

Tabel 4.6 Jadwal Penerbangan Keberangkatan Pesawat Hari Sabtu Agustus 2012 Pukul 07:00 - 07:59

No	KEBERANGKATAN/DEPARTURES					
	Type Pesawat	Take off Speed (knot)	Take Off Distance (meter)	Kategori Pesawat	Nomor Penerbangan	Jam
1	B - 738	145	2300	C	GA - 305	7:00
2	A - 320	145	2190	C	QG - 600	7:10
3	B - 739	149	2300	D	JT - 886	7:10
4	ATR - 72	110	1500	B	IW - 1843	7:10
5	B - 737	140	1800	C	XN - 826	7:10
6	B - 739	149	2300	D	JT - 597	7:15
7	B - 739	149	2300	D	JT - 262	7:20
8	B - 735	139	1500	C	MZ - 692	7:30
9	B - 737	140	1800	C	QG - 620	7:30
10	B - 734	150	2000	C	Y6 - 232	7:35
11	B - 773	168	3000	D	CX - 2794	7:35

Tabel 4.6 (Lanjutan)

No	KEBERANGKATAN/DEPARTURES					
	Type Pesawat	Take off Speed (knot)	Take Off Distance (meter)	Kategori Pesawat	Nomor Penerbangan	Jam
12	ATR - 72	110	1500	B	IW - 1800	7:40
13	ATR - 72	110	1500	B	IW - 1862	7:45
14	B - 733	140	1600	C	SJ - 268	7:45
15	B - 739	149	2300	D	JT - 691	7:45
16	B - 739	149	2300	D	JT - 1312	7:50
17	B - 732	145	1830	D	SJ - 263	7:55

- **Kedatangan saja**

Langkah pertama yang harus dilakukan yaitu menghitung kapasitas *runway* dengan menganggap bahwa *runway* akan melayani pesawat yang datang saja (arrivals only) dengan cara-cara yang telah dijelaskan pada Bab II Tinjauan Pustaka.

Keadaan Bebas Kesalahan [M_{ij}].

Diketahui pemisahan minimum di antara pesawat yang dibutuhkan di ruang angkasa di dekat landasan (δ_{ij}) adalah seperti terlihat pada Bab II Tinjauan Pustaka Tabel 2.1 dan jalur pintu masuk ke landasan rata-rata sebesar 6 nmi. Perhitungan diasumsikan menggunakan kondisi IMC (Instrument Meteorological Condition).

- **Keadaan merapat**, dimana kecepatan pesawat di depan (leading, V_i) lebih lambat daripada pesawat yang dibelakang (trailing V_j). Perhitungan untuk keadaan merapat menggunakan Persamaan 2.4.

$$\text{Rumus : } T_{ij} = T_j - T_i = \frac{\delta_{ij}}{V_j}$$

Untuk $V_C = 128$ knot dan $V_D = 145$ knot, didapat:

$$T_{CD} = \frac{3}{145}(3600) = 74,48 \text{ detik}$$

Untuk $V_B = 120$ knot dan $V_C = 128$ knot, didapat:

$$T_{bc} = \frac{3}{128}(3600) = 84,38 \text{ detik}$$

Untuk $V_B = 120$ knot dan $V_D = 145$ knot, didapat:

$$T_{bc} = \frac{3}{145}(3600) = 74,48 \text{ detik}$$

- **Keadaan Merenggang**, dimana kecepatan pesawat di depan (leading, V_i) lebih cepat daripada kecepatan pesawat yang ada di belakang (trailing V_j). Perhitungan untuk keadaan merenggang menggunakan Persamaan 2.3.

$$\text{Rumus : } T_{ij} = T_j - T_i = \frac{\delta_{ij}}{V_j} + \gamma \left(\frac{1}{V_j} - \frac{1}{V_i} \right)$$

Untuk $V_D = 145$ knot dan $V_C = 128$ knot, didapat:

$$T_{DC} = T_C - T_D = \frac{5(3600)}{145} + 6 \left(\frac{1}{128} - \frac{1}{145} \right) (3600)$$

$$T_{DC} = 143,92 \text{ detik}$$

Untuk $V_D = 145$ knot dan $V_B = 120$ knot, didapat:

$$T_{DB} = T_D - T_B = \frac{6(3600)}{145} + 6 \left(\frac{1}{120} - \frac{1}{145} \right) (3600)$$

$$T_{DB} = 180 \text{ detik}$$

Untuk $V_C = 128$ knot dan $V_B = 120$ knot, didapat:

$$T_{CB} = T_C - T_B = \frac{5(3600)}{128} + 6 \left(\frac{1}{120} - \frac{1}{128} \right) (3600)$$

$$T_{CB} = 151,88 \text{ detik}$$

- **Keadaan sama besar**, dimana kecepatan pesawat di depan i dan di belakang j sama besar. Perhitungan untuk keadaan ini menggunakan salah satu dari Persamaan 2.3 atau persamaan 2.4.

$$\text{Dipilih Rumus : } T_{ij} = T_j - T_i = \frac{\delta_{ij}}{V_j}$$

Untuk $V_i = V_j = 120$ knot, didapat:

$$T_{BB'} = \frac{3}{120}(3600) = 90 \text{ detik}$$

Untuk $V_i = V_j = 128$ knot, didapat:

$$T_{CC'} = \frac{3}{128}(3600) = 84,38 \text{ detik}$$

Untuk $V_i = V_j = 145 \text{ knot}$, didapat:

$$T_{DD'} = \frac{3}{140}(3600) = 74,48 \text{ detik}$$

Karena waktu pemakaian *runway*, R_i (lihat Tabel 4.4) rata rata lebih kecil dari waktu pemisahan di udara, maka yang akan digunakan dalam perhitungan kapasitas yaitu waktu pemisahan di udara (T_{iu}).

Apabila hasil-hasilnya ditabulasikan dalam sebuah matriks bebas kesalahan $[M_{ij}]$, maka akan dihasilkan pemisahan waktu minimum di ambang *runway* untuk semua keadaan sebagai berikut:

		<i>Leading</i>		
		B	C	D
<i>Trailing</i>	B	90	151,88	180
	C	84,38	84,38	143,92
	D	74,48	74,48	74,48

Sementara persentase kombinasi $[P_{ij}]$ yang terjadi dalam campuran dapat dilihat pada matriks persentase di bawah. Besarnya persentase campuran tersebut diperoleh dari jadwal kedatangan pada Tabel 4.5.

		<i>Leading</i>		
		B	C	D
<i>Trailing</i>	B	0,07	0	0,07
	C	0	0,2	0,27
	D	0	0,27	0,07

$$E[T_{ij}] = \sum p_{ij}M_{ij} = \sum p_{ij}T_{ij}$$

$$E[T_{ij}] = 107,806 \text{ detik}$$

Dengan demikian kapasitas sistem *runway* untuk melayani kedatangan saja yang didapat dari Persamaan 2.1 akan menghasilkan:

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]}$$

$$C = \frac{1}{107,806}(3600) = 33 \text{ operasi/jam}$$

- **Keberangkatan saja**

Langkah berikutnya yaitu dengan menganggap bahwa *runway* akan melayani pesawat yang berangkat saja (departures only) dengan cara-cara yang telah dijelaskan pada Bab II Tinjauan Pustaka.

Jarak pisah minimum antarkeberangkatan dapat dilihat pada Bab II Tinjauan Pustaka tabel 2.2. Matriks persentase kombinasi $[P_{ij}]$ yang terjadi dalam campuran dapat dilihat pada matriks persentase dibawah. Besarnya persentase campuran tersebut diperoleh dari jadwal keberangkatan pada tabel 4.6.

		<i>Leading</i>		
		B	C	D
<i>Trailing</i>	B	0,06	0	0,13
	C	0,12	0,19	0,06
	D	0	0,25	0,19

Berdasarkan Persamaan 2.10 pada Bab II Tinjauan Pustaka, dapat dihitung besar waktu pelayanan antarkeberangkatan di ambang *runway* $E(t_d)$ adalah sebagai berikut:

$$E(t_d) = \sum (p_{ij})(M_{ij})$$

$$E(t_d) = 88 \text{ detik}$$

Jadi, kapasitas *runway* yang hanya melayani keberangkatan saja diperoleh dari rumus pada Persamaan 2.9

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]}$$

$$C = \frac{1}{88}(3600) = 41 \text{ operasi/jam}$$

- **Operasi Campuran (Mixed)**

Langkah terakhir dalam menentukan kapasitas *runway* yaitu dengan menemukan kemungkinan dilakukannya operasi keberangkatan (*departures*) di antara dua kedatangan (*arrivals*). Pergerakan pesawat di *runway* harus mengutamakan pesawat yang akan mendarat (*arrivals*) karena apabila terjadi *delay* 30 menit, maka pesawat yang akan mendarat tersebut akan dialihkan ke bandara terdekat.

Waktu pemakaian *runway* rata-rata, merupakan jumlah perkalian dari persentase kategori pesawat dengan waktu

pemakaian *runway* tiap kategori pesawat. Besarnya nilai tersebut dapat dilihat pada tabel 4.4

$$E[R_i] = 0,12(62) + 0,5(67,4) + 0,38(64,5) = 65,64 \text{ detik}$$

$$E(\delta_d/V_j) = [0,12(2/120) + 0,5(2/128) + 0,38(2/145)] = 53,81 \text{ detik}$$

$$E(t_d) = 88 \text{ detik}$$

$$E(B_{ij}) = 26 \text{ detik}$$

Maka untuk menghitung kemungkinan suatu operasi keberangkatan dapat dilakukan di antara dua operasi kedatangan menggunakan Persamaan 2.11.

$$E[T_{ij}] \geq E[R_i] + E\left[\frac{\delta d}{V_j}\right] + E(B_{ij}) + (n-1) E(t_d)$$

$$E[T_{ij}] \geq 65,64 + 53,81 + 26 + 82(n-1)$$

$$E(T_{ij}) \geq 145,35 + 82(nd-1)$$

Untuk satu keberangkatan di antara dua keberangkatan, akan didapatkan waktu antar kedatangan sebesar 145,35 detik. Untuk dua keberangkatan di antara dua kedatangan akan didapatkan waktu antar kedatangan sebesar 227,35 detik. Dan untuk tiga keberangkatan di antara dua kedatangan akan didapatkan waktu antar kedatangan sebesar 309,35 detik.

Oleh karena itu, satu kali keberangkatan dapat dilakukan di sembarang waktu jika waktu antar kedatangan sebesar 145,35 detik dan 227,35 detik. Dua kali keberangkatan dapat dilakukan di sembarang waktu jika waktu antar kedatangan sebesar 227,35 dan 309,35 detik, dan seterusnya.

Dari matriks waktu antar kedatangan dapat diketahui bahwa kemungkinan satu buah keberangkatan yang dapat dilakukan di antara dua kedatangan terjadi sebesar 7 persen, dan

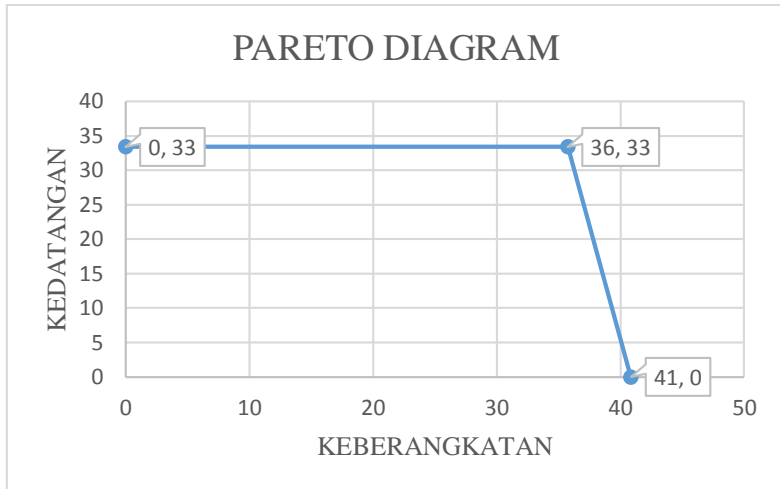
tidak akan bisa melakukan keberangkatan lebih dari satu kali di antara dua kedatangan. Kapasitas *runway* untuk kondisi tersebut dapat dihitung berdasarkan rumus dalam Persamaan 2.12.

$$Cm = \frac{1}{E(\Delta T_{ij})} (1 + \sum n_d p_{nd})$$

$$Cm = \frac{1}{107,806} (1 + 0,07(1))$$

$$Cm = 36 \text{ operasi per jam}$$

Dengan menggunakan persentase probabilitas pesawat dalam penggunaan *runway* seperti terlihat pada Tabel 4.4, maka dari perhitungan kapasitas *runway* pada Hari Sabtu Agustus 2012 akan didapatkan kapasitas *runway* kedatangan saja (*arrival only*) sebesar 33 operasi per jam, keberangkatan saja (*departure only*) sebesar 41 operasi per jam, dan operasi campuran (*mixed*) sebesar 36 operasi per jam. Jika ditampilkan ke dalam bentuk grafik akan terlihat seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram Kedatangan Keberangkatan Eksisting.

Gambar 4.1 adalah Pareto Diagram dari kombinasi pergerakan di runway. Pareto Diagram adalah grafik yang menunjukkan frekuensi kejadian. Dalam grafik dapat ditunjukkan bahwa apabila operasi adalah kedatangan saja (keberangkatan = 0) maka akan diperoleh kapasitas runway = 33 operasi per jam, apabila digunakan untuk keberangkatan saja (kedatangan = 0) maka kapasitas runway adalah 44 operasi per jam, untuk operasi campuran diperoleh 36 keberangkatan dan 33 kedatangan.

Setelah ini akan dilanjutkan untuk perhitungan simulasi yang dimaksudkan untuk mengetahui berapakah kapasitas maksimum yang dapat ditampung oleh *runway*, dengan merubah komposisi masing-masing kategori pesawat.

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

BAB V

DISAIN SIMULASI MODEL

Pada analisa penentuan komposisi kategori pesawat ini akan digunakan *parallel runway* tipe *independant arrivals* dan *independant departures* pada kondisi IMC (Instrument Meteorological Condition). untuk menentukan kapasitas *runway* paling maksimum. Jarak pemisahan minimum menurut FAA antara kedua *runway* adalah sebesar 4300 ft agar dapat dioperasikan.

Perhitungan simulasi ini akan dijalankan menggunakan Program Bantu *Microsoft Excel* dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan jadwal kedatangan masing-masing kategori pesawat dengan menggunakan rumus *random number* yang terdapat pada Program Bantu *Microsoft Excel*. Persentase kategori pesawat yang ada dibuat sama dengan persentase kategori pesawat pada *runway* pada Bandara Juanda.
2. Menentukan matriks jarak pemisahan minimum arrivals-arrivals untuk masing-masing kategori pesawat, Heavy diikuti Heavy, Heavy diikuti Large dan seterusnya. dengan satuan jarak adalah nautical mile (nmi) mengikuti Tabel 2.1 dan 2.4.
3. Menentukan approach speed masing-masing kategori pesawat Dengan mengacu pada data jadwal kedatangan Bandara Juanda, approach speed masing-masing kategori pesawat yang adalah sama dengan approach speed

- pesawat-pesawat yang menggunakan fasilitas *runway* yang ada pada Bandara Juanda dan diambil yang terkecil.
4. Mendapatkan waktu antar kedatangan dengan cara membagi jarak antar kategori pesawat dengan kecepatan masing-masing kategori pesawat.
 5. Setelah didapatkan waktu antar kedatangan akan didapatkan waktu kedatangan pesawat dari akumulasi waktu kedatangan antar pesawat.
 6. Menentukan ROT (*Runway occupancy Time*) dengan cara membagi panjang landasan *runway* dengan kecepatan masing-masing kategori pesawat yang didapat dari data kelas pesawat. Dari masing-masing kategori pesawat diambil panjang landasan terpanjang dan kecepatan pesawat terpelan untuk mendapatkan ROT terbesar.
 7. Dengan menjumlahkan waktu kedatangan dengan lama waktu pemakaian *runway* rata-rata maka akan didapatkan waktu akhir, yaitu waktu disaat pesawat telah mendarat dan keluar dari *runway*. Setelah itu akan dijumlahkan dan diakumulasi sampai dengan waktu kurang dari sama dengan 60 menit dan akan didapatkan jumlah pergerakan pesawat.

5.1 Simulasi Kapasitas Runway Kondisi Eksisting

Langkah pertama dicoba untuk menghitung kapasitas *runway* tunggal seperti kondisi eksisting, Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk membandingkan apakah simulasi dengan menggunakan metode *time space* yang dijalankan sama dengan proses perhitungan kapasitas *runway* dengan cara matematis seperti pada Bab IV.

Dengan mengikuti langkah-langkah yang sudah disebutkan diawal, maka dilakukan proses perhitungan menggunakan Program Bantu *Microsoft Excel* untuk mencari kapasitas *runway* kondisi eksisting.

- **Kedatangan Saja**

Diketahui pada perhitungan kapasitas dengan cara matematis pada Bab 4, penggunaan persentase komposisi kedatangan pesawat ditentukan dari jadwal kedatangan Bandara Juanda seperti terlihat pada tabel 4.4, untuk kategori B: 12%, kategori C: 50%, dan kategori D: 38%. Dan didapatkan kapasitas arrivals sebesar 36 operasi per jam.

Contoh perhitungan simulasi yang dilakukan untuk mendapatkan kapasitas *runway* adalah sebagai berikut:

- Menentukan komposisi kedatangan pesawat kategori B: 12%, kategori C: 50%, kategori D: 38%. Dengan memakai rumus *random number* pada program bantu *Microsoft Excel* didapatkan jadwal kedatangan pesawat. Jika *random number* yang keluar adalah kurang dari 0,12 maka termasuk kategori B, kurang dari 0,5 kategori C dan kurang dari 1 kategori D. Batasan ini mengacu pada komposisi kedatangan pesawat untuk masing – masing kategori.
- Jarak pemisahan minimum antar pesawat dibagi dengan approach speed akan didapatkan waktu antar kedatangan (*interarrival time*).

$$\begin{aligned}\text{Interarrival time} &= (3 \times 1,852) / (120 \times 0,03086667) \\ &= 1,50 \text{ menit}\end{aligned}$$

- Time of arrival adalah akumulasi dari interarrival time

$$\begin{aligned}\text{Time of arrival} &= 1,50 + 2,48 \\ &= 3,98 \text{ menit} \\ \text{Time of arrival} &= 3,98 + 1,50 \\ &= 5,48 \text{ menit}\end{aligned}$$

dan seterusnya.

- ROT (*Runway Occupancy Time*) didapat dari pembagian antara panjang landasan dan kecepatan masing-masing kategori pesawat yang diambil dari data pesawat. ROT untuk kedatangan dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 ROT Masing – Masing Kategori Pesawat Arrival

Type Pesawat	Arrival		ROT Landing (menit)
	Distance (meter)	Speed (knots)	
B	1100	120	0,30
C	1600	128	0,41
D	1700	145	0,40

- Time service ends adalah jumlah dari time of arrival dengan ROT.

$$\begin{aligned}\text{Time service ends} &= 1,50 + 0,30 \\ &= 1,80 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Time service ends} &= 3,98 + 0,40 \\ &= 4,38 \text{ menit}\end{aligned}$$

Diakumulasi seterusnya sampai dengan kurang dari sama dengan 60 menit dan didapatkan jumlah pergerakan pesawat sebesar 36 pergerakan. Perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Perhitungan simulasi eksisting dilakukan pada kondisi peak day seperti telah dijelaskan pada Bab 4, yaitu pada Hari Sabtu Agustus 2012.

Tabel 5.2 Simulasi Kapasitas *Runway* Eksisting Kedatangan Saja

KEDATANGAN/ARRIVALS SABTU AGUSTUS 2012								
Pergerakan Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Jarak Pemisahan Minimum (nm)	Landing Speed (knot)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,05	B						
2	0,81	D	3	120	1,5	1,5	0,3	1,8
3	0,04	B	6	145	2,48	3,98	0,4	4,38
4	0,74	D	3	120	1,5	5,48	0,3	5,78
5	0,01	B	6	145	2,48	7,97	0,4	8,36
6	0,65	D	3	120	1,5	9,47	0,3	9,76
7	0,73	D	3	145	1,24	10,71	0,4	11,1
8	0,45	C	5	145	2,07	12,78	0,4	13,17
9	0,62	D	3	128	1,41	14,18	0,41	14,59
10	0,18	C	5	145	2,07	16,25	0,4	16,65
11	0,26	C	3	128	1,41	17,66	0,41	18,06
12	0,78	D	3	128	1,41	19,06	0,41	19,47
13	0,39	C	5	145	2,07	21,13	0,4	21,53
14	0,36	C	3	128	1,41	22,54	0,41	22,94
15	0,36	C	3	128	1,41	23,95	0,41	24,35
16	0,76	D	3	128	1,41	25,35	0,41	25,76
17	0,23	C	5	145	2,07	27,42	0,4	27,82
18	0,94	D	3	128	1,41	28,83	0,41	29,23
19	0,39	C	5	145	2,07	30,9	0,4	31,29
20	0,9	D	3	128	1,41	32,3	0,41	32,71
21	0,89	D	3	145	1,24	33,54	0,4	33,94
22	0,81	D	3	145	1,24	34,78	0,4	35,18
23	0,77	D	3	145	1,24	36,03	0,4	36,42
24	1	D	3	145	1,24	37,27	0,4	37,66
25	0,22	C	5	145	2,07	39,34	0,4	39,73

Tabel 5.2 (Lanjutan)

KEDATANGAN/ARRIVALS SABTU AGUSTUS 2012								
Pergerakan Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Jarak Pemisahan Minimum (nm)	Landing Speed (knot)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
26	0,85	D	3	128	1,41	40,74	0,41	41,15
27	0,58	C	5	145	2,07	42,81	0,4	43,21
28	0,11	B	5	128	2,34	45,16	0,41	45,56
29	0,16	C	3	120	1,5	46,66	0,3	46,95
30	0,6	C	3	128	1,41	48,06	0,41	48,47
31	0,81	D	3	128	1,41	49,47	0,41	49,87
32	0,42	C	5	145	2,07	51,54	0,4	51,93
33	0,12	B	5	128	2,34	53,88	0,41	54,29
34	0,78	D	3	120	1,5	55,38	0,3	55,68
35	0,74	D	3	145	1,24	56,62	0,4	57,02
36	0,18	C	5	145	2,07	58,69	0,4	59,09

- **Keberangkatan Saja**

Perhitungan untuk keberangkatan saja hampir sama dengan kedatangan saja hanya tabel yang digunakan adalah tabel pemisahan jarak minimum untuk keberangkatan dengan satuan detik. Pada perhitungan kapasitas sebelumnya, penggunaan persentase komposisi keberangkatan pesawat ditentukan dari jadwal keberangkatan Bandara Juanda seperti terlihat pada tabel 4.4, untuk kategori B: 18%, kategori C: 41%, dan kategori D: 41%. Dan didapatkan kapasitas departure sebesar 41 operasi per jam.

Contoh perhitungan simulasi yang dilakukan untuk mendapatkan kapasitas *runway* adalah sebagai berikut:

- Menentukan komposisi keberangkatan pesawat kategori B: 18%, kategori C: 41%, kategori D: 41%. Dan dengan memakai rumus *random number* pada program bantu *Microsoft Excel* didapatkan jadwal keberangkatan pesawat. Jika *random number* yang keluar adalah kurang dari 0,18 maka termasuk kategori B, kurang dari 0,59

kategori C dan kurang dari 1 kategori D. Batasan ini mengacu pada komposisi keberangkatan pesawat untuk masing – masing kategori.

- Interarrival time adalah sama dengan jarak pemisahan minimum departure-departure pada Tabel 2.2 dengan satuan detik, lalu dirubah ke dalam satuan menit.
- Time of departure adalah akumulasi dari interarrival time

$$\begin{aligned}\text{Time of departure} &= 2 + 1 \\ &= 3 \text{ menit} \\ \text{Time of departure} &= 3 + 1 \\ &= 4 \text{ menit}\end{aligned}$$

dan seterusnya.

- ROT (*Runway Occupancy Time*) didapat dari pembagian antara panjang landasan dan kecepatan masing-masing kategori pesawat yang diambil dari data pesawat. ROT untuk keberangkatan dapat dilihat pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 ROT Masing-Masing Kategori Pesawat Departure

Type Pesawat	Departure		ROT Landing (menit)
	Distance (meter)	Speed (knots)	
B	1500	110	0,44
C	2300	139	0,54
D	3000	145	0,51

- Time service end adalah jumlah dari time of departure dengan ROT.

$$\begin{aligned}\text{Time service ends} &= 2 + 0,51 \\ &= 2,51 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Time service ends} &= 3 + 0,54 \\ &= 3,54 \text{ menit}\end{aligned}$$

Diakumulasi seterusnya sampai dengan kurang dari sama dengan 60 menit dan didapatkan jumlah pergerakan pesawat sebesar 43 pergerakan. Perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Simulasi Kapasitas *Runway* Eksisting Keberangkatan Saja

KEBERANGKATAN/DEPARTURES SABTU AGUSTUS 2012							
Pergerakan Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (detik)	Interarrival Time (menit)	Time of Departure (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,87	D					
2	0,2	C	120	2	2	0,51	2,51
3	0,56	C	60	1	3	0,54	3,54
4	0,14	B	60	1	4	0,54	4,54
5	0,64	D	60	1	5	0,44	5,44
6	0,47	C	120	2	7	0,51	7,51
7	0,24	C	60	1	8	0,54	8,54
8	0,02	B	60	1	9	0,54	9,54
9	0,73	D	60	1	10	0,44	10,44
10	0,4	C	120	2	12	0,51	12,51
11	0,12	B	60	1	13	0,54	13,54
12	0,04	B	60	1	14	0,44	14,44
13	0,07	B	60	1	15	0,44	15,44
14	0,68	D	60	1	16	0,44	16,44
15	0,62	D	120	2	18	0,51	18,51
16	0,9	D	120	2	20	0,51	20,51
17	0,82	D	120	2	22	0,51	22,51
18	0,31	C	120	2	24	0,51	24,51
19	0,18	C	60	1	25	0,54	25,54
20	0,34	C	60	1	26	0,54	26,54
21	0,72	D	90	1,5	27,5	0,54	28,04
22	0,17	B	120	2	29,5	0,51	30,01
23	0,79	D	60	1	30,5	0,44	30,94
24	0,49	C	120	2	32,5	0,51	33,01
25	0,02	B	60	1	33,5	0,54	34,04
26	0,26	C	60	1	34,5	0,44	34,94
27	0,31	C	60	1	35,5	0,54	36,04
28	0,41	C	60	1	36,5	0,54	37,04
29	0,21	C	60	1	37,5	0,54	38,04

Tabel 5.4 (Lanjutan)

KEBERANGKATAN/DEPARTURES SABTU AGUSTUS 2012							
Pergerakan Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (detik)	Interarrival Time (menit)	Time of Departure (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
30	0,89	D	90	1,5	39	0,54	39,54
31	0,28	C	120	2	41	0,51	41,51
32	0,46	C	60	1	42	0,54	42,54
33	0,87	D	90	1,5	43,5	0,54	44,04
34	0,74	D	120	2	45,5	0,51	46,01
35	0,18	B	120	2	47,5	0,51	48,01
36	0,1	B	60	1	48,5	0,44	48,94
37	0	B	60	1	49,5	0,44	49,94
38	0,47	C	60	1	50,5	0,44	50,94
39	0,64	D	90	1,5	52	0,54	52,54
40	0,84	D	120	2	54	0,51	54,51
41	0,23	C	120	2	56	0,51	56,51
42	0,28	C	60	1	57	0,54	57,54
43	0,81	D	90	1,5	58,5	0,54	59,04

- **Operasi Campuran (mixed)**

Perhitungan simulasi kapasitas *runway* untuk operasi campuran diasumsikan pesawat yang akan datang akan berangkat, sehingga pembagian arrival dan departure adalah 50% : 50%.

Jarak pemisahan antar pesawat minimum adalah hampir sama dengan perhitungan sebelumnya, untuk *arrival-arrival* adalah *separation arrival-arrival* dibagi dengan kecepatan pesawat *landing* dan untuk *departure-departure* sama dengan jarak pemisahan minimum antar pesawat untuk *departure-departure* yang dapat dilihat pada Tabel 2.2, Sedangkan untuk *arrival-departure* adalah sama dengan ROT *departure*, sedangkan untuk *departure-arrival* adalah sama dengan pemisahan jarak *arrival-arrival* dan ditambahkan dengan ROT *landing*. Hasil perhitungan pemisahan jarak tersebut dirangkum dalam sebuah

matriks dengan satuan menit dan dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Campuran Pemisahan Jarak Minimum

Lead	Trailing					
	B (Arrival)	C (Arrival)	D (Arrival)	B (Departure)	C (Departure)	D (Departure)
B (Arrival)	1,50	1,50	1,50	1	1	1
C (Arrival)	2,34	1,41	1,41	1	1	1,5
D (Arrival)	2,48	2,07	1,24	2	2	2
B (Departure)	1,44	1,44	1,44	1	1	1
C (Departure)	1,54	1,54	2,04	1	1	1,5
D (Departure)	2,51	2,51	2,51	2	2	2

Contoh perhitungan simulasi yang dilakukan untuk mendapatkan kapasitas *runway* operasi campuran adalah sebagai berikut:

- Menentukan komposisi pesawat operasi campuran mengikuti komposisi kedatangan pesawat kategori B: 12%, kategori C: 50%, kategori D: 38%. Dan dengan memakai rumus *random number* pada program bantu *Microsoft Excel* didapatkan jadwal kedatangan pesawat. Jika *random number* yang keluar adalah kurang dari 0,12 maka termasuk kategori B, kurang dari 0,5 kategori C dan kurang dari 1 kategori D. Sedangkan untuk pembagian arrival dan departure, jika *random number* yang keluar

kurang dari 0,5 maka diasumsikan arrival dan jika lebih dari 0,5 maka departure.

- Jarak pemisahan minimum (*interarrival time*) antar pesawat dapat dilihat pada Tabel 5.4..
- Time of arrival (arrival / departure) adalah akumulasi dari interarrival time (arrival / departure)

$$\begin{aligned}\text{Time of arrival} &= 2,51 + 1,41 \\ &= 3,92 \text{ menit} \\ \text{Time of arrival} &= 3,92 + 1,41 \\ &= 5,33 \text{ menit}\end{aligned}$$

dan seterusnya.

- ROT (*Runway Occupancy Time*) didapat dari pembagian antara panjang landasan dan kecepatan masing-masing kategori pesawat yang diambil dari data pesawat. ROT untuk kedatangan dan keberangkatan pesawat dapat dilihat pada tabel 5.1 dan 5.3.
- Time service end adalah jumlah dari time of arrival / departure dengan ROT arrival / departure.

$$\begin{aligned}\text{Time service ends} &= 2,51 + 0,51 \\ &= 3,03 \text{ menit} \\ \text{Time service ends} &= 3,92 + 0,41 \\ &= 4,33 \text{ menit}\end{aligned}$$

Diakumulasi seterusnya sampai dengan kurang dari sama dengan 60 menit dan didapatkan jumlah pergerakan pesawat sebesar 39 pergerakan. Perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.6.

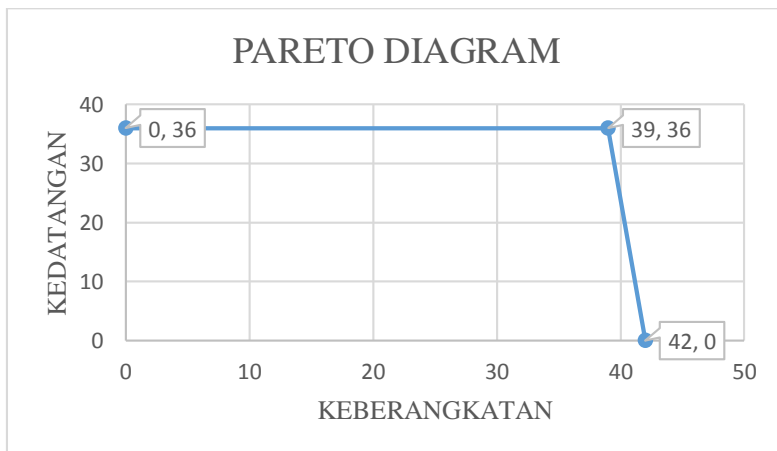
Tabel 5.6 Simulasi Kapasitas *Runway* Eksisting Operasi Campuran.

OPERASI CAMPURAN SABTU AGUSTUS 2012										
Pergerakan Pesawat	Random Number Kategori Pesawat	Random Number Arr/Dep	Kategori Pesawat	Separation Arr-Arr (nm)	Separation Dep-Dep (detik)	Take off/Landing Speed (knot)	Interarrival Time Arr/Dep (menit)	Time of Arr/Dep (menit)	ROT Arr/Dep (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,34	0,04	C (Arrival)							
2	0,67	0,79	D (Departure)	3	90	128	1,5	1,5	0,41	1,91
3	0,01	0,62	B (Departure)	6	120	145	2	3,5	0,51	4,01
4	0,83	0,87	D (Departure)	3	60	110	1	4,5	0,44	4,94
5	0,13	0,28	C (Arrival)	5	120	145	2,51	7,01	0,51	7,53
6	0,57	0,18	C (Arrival)	3	60	128	1,41	8,42	0,41	8,83
7	0,75	0,57	D (Departure)	3	90	128	1,5	9,92	0,41	10,33
8	0,26	0,88	C (Departure)	5	120	145	2	11,92	0,51	12,43
9	0,39	0,23	C (Arrival)	3	60	139	1,54	13,46	0,54	13,99
10	0,32	0,84	C (Departure)	3	60	128	1	14,46	0,41	14,86
11	0,23	0,82	C (Departure)	3	60	139	1	15,46	0,54	15,99
12	0,56	0,08	C (Arrival)	3	60	139	1,54	16,99	0,54	17,53
13	0,14	0,4	C (Arrival)	3	60	128	1,41	18,4	0,41	18,8
14	0,49	0,77	C (Departure)	3	60	128	1	19,4	0,41	19,8
15	0,78	0,36	D (Arrival)	3	90	139	2,04	21,43	0,54	21,97
16	0,69	0,37	D (Arrival)	3	120	145	1,24	22,68	0,4	23,07
17	0,41	0,76	C (Departure)	5	120	145	2	24,68	0,4	25,07
18	0,59	0,76	C (Departure)	3	60	139	1	25,68	0,54	26,21
19	0,73	0,7	D (Departure)	3	90	139	1,5	27,18	0,54	27,71
20	0,67	0,09	D (Arrival)	3	120	145	2,51	29,69	0,51	30,2
21	0,89	0,37	D (Arrival)	3	120	145	1,24	30,93	0,4	31,33
22	0,16	0,07	C (Arrival)	5	120	145	2,07	33	0,4	33,4
23	0,83	0,23	D (Arrival)	3	90	128	1,41	34,41	0,41	34,81
24	0,56	0,12	C (Arrival)	5	120	145	2,07	36,48	0,4	36,87
25	0,38	0,54	C (Departure)	3	60	128	1	37,48	0,41	37,88
26	0,42	0,78	C (Departure)	3	60	139	1	38,48	0,54	39,01
27	0,93	0,58	D (Departure)	3	90	139	1,5	39,98	0,54	40,51
28	0,72	0,09	D (Arrival)	3	120	145	2,51	42,49	0,51	43
29	0,68	0,46	D (Arrival)	3	120	145	1,24	43,73	0,4	44,13
30	0,61	0,88	C (Departure)	5	120	145	2	45,73	0,4	46,13

Tabel 5.6 (Lanjutan)

OPERASI CAMPURAN SABTU AGUSTUS 2012										
Pergerakan Pesawat	Random Number Kategori Pesawat	Random Number Arr/Dep	Kategori Pesawat	Separation Arr-Arr (nm)	Separation Dep-Dep (detik)	Take off/Landing Speed (knot)	Interarrival Time Arr/Dep (menit)	Time of Arr/Dep (menit)	ROT Arr/Dep (menit)	Time Service Ends (menit)
31	0,64	0,26	D (Arrival)	3	90	139	2,04	47,77	0,54	48,3
32	0,42	0,15	C (Arrival)	5	120	145	2,07	49,84	0,4	50,23
33	0,53	0,92	C (Departure)	3	60	128	1	50,84	0,41	51,24
34	0,97	0,02	D (Arrival)	3	90	139	2,04	52,87	0,54	53,41
35	0,74	0,31	D (Arrival)	3	120	145	1,24	54,11	0,4	54,51
36	0,03	0,85	B (Departure)	6	120	145	2	56,11	0,4	56,51
37	0,16	0,97	C (Departure)	3	60	110	1	57,11	0,44	57,55
38	0,04	0,11	B (Arrival)	5	60	139	1,54	58,65	0,54	59,18
39	0,69	0,66	D (Departure)	3	60	120	1	59,65	0,3	59,95

Setelah melakukan perhitungan simulasi untuk mendapatkan kapasitas *runway* kondisi eksisting memakai metode *time space analysis* maka didapatkan kapasitas *runway* Hari Sabtu Agustus 2012 kedatangan saja (*arrival only*) sebesar 36 operasi per jam, keberangkatan saja (*departure only*) sebesar 42 operasi per jam, dan operasi campuran (*mixed*) sebesar 39 operasi per jam. Jika ditampilkan ke dalam bentuk grafik akan terlihat seperti pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Grafik Arrival vs Departure Kapasitas Runway Tunggal Dalam 1 jam.

Dapat dilihat hasil perhitungan simulasi kapasitas runway eksisting dengan memakai metode time space mendapatkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan perhitungan kapasitas runway eksisting dengan metode matematis. Perbedaan hasil kapasitas ini disebabkan oleh jadwal kedatangan dan keberangkatan pesawat yang berbeda dari jadwal kedatangan dan keberangkatan pesawat pada Bandara Juanda.

5.2 Simulasi Penentuan Kapasitas Parallel Runway Kondisi Eksisting

Seperti telah dijelaskan pada Bab I bahwa banyak bandara-bandara khususnya di Indonesia yang hanya memiliki runway tunggal sementara pertumbuhan pergerakan pesawat terus tumbuh dan menyebabkan kapasitas runway yang ada tidak mencukupi lagi untuk menampung. Maka rencana pengembangan runway baru pun harus dilakukan untuk menambah kapasitas agar tidak terjadi *delay*. Oleh karena itu akan dilakukan perhitungan untuk menentukan kapasitas maksimum dua *parallel runway*.

Langkah berikutnya dalam menentukan jumlah dan komposisi pesawat yang menghasilkan kapasitas maksimum, dilakukan proses simulasi untuk *parallel runway* dengan merubah persentase komposisi masing-masing kategori pesawat. Ada beberapa variasi komposisi pesawat yang dicoba untuk penentuan kapasitas maksimum ini.

Pertama digunakan persentase untuk masing-masing kategori pesawat seperti operasi campuran untuk runway tunggal yaitu, B: 13%, C: 50%, D:38%. Perhitungan untuk simulasi *parallel runway* ini sama dengan perhitungan simulasi operasi campuran untuk runway tunggal, hanya akan dilakukan proses *running* sebanyak dua kali dan dijumlahkan. Untuk kapasitas proses running kedua dapat dilihat pada Tabel 5.7 – 5.9.

Tabel 5.7 Simulasi Penentuan Kapasitas *Parallel Runway* Kedatangan Saja

SIMULASI KEDATANGAN/ARRIVALS								
Jumlah Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (nm)	Approach Speed (knot)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,3	C						
2	0,76	D	3	128	1,41	1,41	0,41	1,81
3	0,09	B	6	145	2,48	3,89	0,4	4,28
4	0,02	B	3	120	1,5	5,39	0,3	5,69
5	0,7	D	3	120	1,5	6,89	0,3	7,19
6	0,8	D	3	145	1,24	8,13	0,4	8,53
7	0,06	B	6	145	2,48	10,61	0,4	11,01
8	0,78	D	3	120	1,5	12,11	0,3	12,41
9	0,71	D	3	145	1,24	13,35	0,4	13,75
10	0	B	6	145	2,48	15,84	0,4	16,23
11	0,3	C	3	120	1,5	17,34	0,3	17,63
12	0,01	B	5	128	2,34	19,68	0,41	20,09
13	0,94	D	3	120	1,5	21,18	0,3	21,48
14	0,1	B	6	145	2,48	23,66	0,4	24,06
15	0,85	D	3	120	1,5	25,16	0,3	25,46
16	0,85	D	3	145	1,24	26,41	0,4	26,8
17	0,29	C	5	145	2,07	28,47	0,4	28,87
18	0,62	D	3	128	1,41	29,88	0,41	30,29
19	0,48	C	5	145	2,07	31,95	0,4	32,35
20	0,41	C	3	128	1,41	33,36	0,41	33,76
21	0,62	C	3	128	1,41	34,76	0,41	35,17
22	0,65	D	3	128	1,41	36,17	0,41	36,57
23	0,13	C	5	145	2,07	38,24	0,4	38,63
24	0,51	C	3	128	1,41	39,64	0,41	40,05
25	0,69	D	3	128	1,41	41,05	0,41	41,45
26	0,15	C	5	145	2,07	43,12	0,4	43,51
27	0,84	D	3	128	1,41	44,52	0,41	44,93
28	0,08	B	6	145	2,48	47,01	0,4	47,4
29	0,85	D	3	120	1,5	48,51	0,3	48,8
30	0,67	D	3	145	1,24	49,75	0,4	50,14

Tabel 5.7 (Lanjutan)

SIMULASI KEDATANGAN/ARRIVALS								
Jumlah Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (nm)	Approach Speed (knot)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
31	0,54	C	5	145	2,07	51,82	0,4	52,21
32	0,02	B	5	128	2,34	54,16	0,41	54,57
33	0,87	D	3	120	1,5	55,66	0,3	55,96
34	0,86	D	3	145	1,24	56,9	0,4	57,3
35	0,23	C	5	145	2,07	58,97	0,4	59,37

Tabel 5.8 Simulasi Penentuan Kapasitas *Parallel Runway* Keberangkatan Saja

SIMULASI KEBERANGKATAN / DEPARTURES							
Pergerakan Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (detik)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,94	D					
2	0,42	C	120	2	2	0,51	2,51
3	0,47	C	60	1	3	0,54	3,54
4	0,74	D	90	1,5	4,5	0,54	5,04
5	0,05	B	120	2	6,5	0,51	7,01
6	0,8	D	60	1	7,5	0,44	7,94
7	0,86	D	120	2	9,5	0,51	10,01
8	0,72	D	120	2	11,5	0,51	12,01
9	0,9	D	120	2	13,5	0,51	14,01
10	0,51	C	120	2	15,5	0,51	16,01

Tabel 5.8 (Lanjutan)

SIMULASI KEBERANGKATAN / DEPARTURES							
Pergerakan Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (detik)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
11	0,42	C	60	1	16,5	0,54	17,04
12	0,57	C	60	1	17,5	0,54	18,04
13	0,47	C	60	1	18,5	0,54	19,04
14	0,46	C	60	1	19,5	0,54	20,04
15	0,2	C	60	1	20,5	0,54	21,04
16	0,17	B	60	1	21,5	0,54	22,04
17	0,96	D	60	1	22,5	0,44	22,94
18	0,15	B	120	2	24,5	0,51	25,01
19	0,99	D	60	1	25,5	0,44	25,94
20	0,92	D	120	2	27,5	0,51	28,01
21	0,77	D	120	2	29,5	0,51	30,01
22	0,22	C	120	2	31,5	0,51	32,01
23	0,32	C	60	1	32,5	0,54	33,04
24	0,09	B	60	1	33,5	0,54	34,04
25	0,7	D	60	1	34,5	0,44	34,94
26	0,08	B	120	2	36,5	0,51	37,01
27	0,31	C	60	1	37,5	0,44	37,94
28	0,18	C	60	1	38,5	0,54	39,04
29	0,12	B	60	1	39,5	0,54	40,04
30	0,12	B	60	1	40,5	0,44	40,94
31	0,56	C	60	1	41,5	0,44	41,94
32	0,69	D	90	1,5	43	0,54	43,54
33	0,36	C	120	2	45	0,51	45,51
34	0,18	B	60	1	46	0,54	46,54
35	0,98	D	60	1	47	0,44	47,44
36	0,41	C	120	2	49	0,51	49,51
37	0,16	B	60	1	50	0,54	50,54
38	0,66	D	60	1	51	0,44	51,44
39	0,37	C	120	2	53	0,51	53,51
40	0,07	B	60	1	54	0,54	54,54
41	0,15	B	60	1	55	0,44	55,44
42	0,26	C	60	1	56	0,44	56,44
43	0,6	D	90	1,5	57,5	0,54	58,04

Tabel 5.9 Simulasi Penentuan Kapasitas *Parallel Runway* Operasi Campuran.

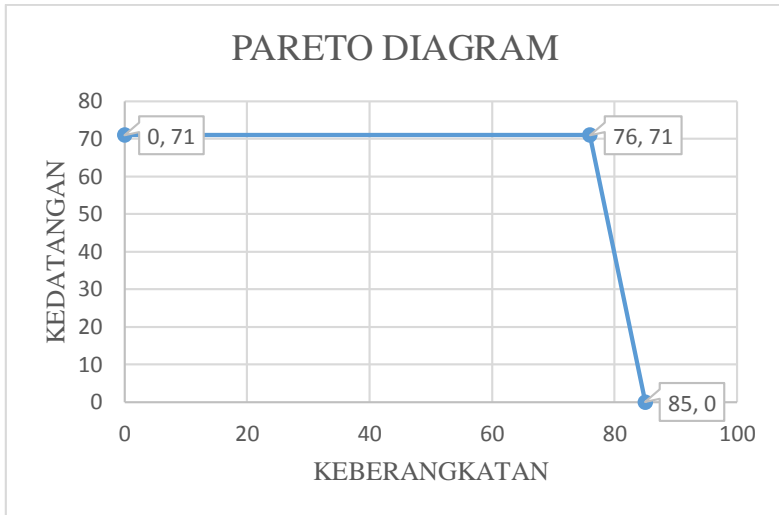
SIMULASI OPERASI CAMPURAN										
Pergerakan Pesawat	Random Number Kategori Pesawat	Random Number Arr/Dep	Kategori Pesawat	Separation Arr-Arr (nm)	Separation Dep-Dep (detik)	Take off/Landing Speed (knot)	Interarrival Time Arr/Dep	Time of Arr/Dep (menit)	ROT Arr/Dep (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,66	0,29	D (Arrival)							
2	0,89	0,82	D (Departure)	3	120	145	2	2	0,4	2,4
3	0,64	0,08	D (Arrival)	3	120	145	2,51	4,51	0,51	5,03
4	0,37	0,33	C (Arrival)	5	120	145	2,07	6,58	0,4	6,98
5	0,29	0,23	C (Arrival)	3	60	128	1,41	7,99	0,41	8,39
6	0,68	0,36	D (Arrival)	3	90	128	1,41	9,4	0,41	9,8
7	0,14	0,66	C (Departure)	5	120	145	2	11,4	0,4	11,79
8	0,83	0,17	D (Arrival)	3	90	139	2,04	13,43	0,54	13,97
9	0,84	0,57	D (Departure)	3	120	145	2	15,43	0,4	15,83
10	0,05	0,42	B (Arrival)	6	120	145	2,51	17,95	0,51	18,46
11	0,7	0,98	D (Departure)	3	60	120	1	18,95	0,3	19,24
12	0,56	0,97	C (Departure)	5	120	145	2	20,95	0,51	21,46
13	0,12	0,53	B (Departure)	5	60	139	1	21,95	0,54	22,48
14	0,4	0,31	C (Arrival)	3	60	110	1,44	23,39	0,44	23,83
15	0,92	0,02	D (Arrival)	3	90	128	1,41	24,79	0,41	25,2
16	0,85	0,41	D (Arrival)	3	120	145	1,24	26,03	0,4	26,43
17	0,27	0,53	C (Departure)	5	120	145	2	28,03	0,4	28,43
18	0,5	0,26	C (Arrival)	3	60	139	1,54	29,57	0,54	30,11
19	0,14	0,86	C (Departure)	3	60	128	1	30,57	0,41	30,98
20	0,02	0,72	B (Departure)	5	60	139	1	31,57	0,54	32,11
21	0,94	0,1	D (Arrival)	3	60	110	1,44	33,01	0,44	33,45
22	0,79	0,26	D (Arrival)	3	120	145	1,24	34,25	0,4	34,65
23	0,73	0,09	D (Arrival)	3	120	145	1,24	35,5	0,4	35,89
24	0,31	0,64	C (Departure)	5	120	145	2	37,5	0,4	37,89
25	0,02	0,06	B (Arrival)	5	60	139	1,54	39,03	0,54	39,57
26	0,04	0,12	B (Arrival)	3	60	120	1,5	40,53	0,3	40,83
27	0,37	0,42	C (Arrival)	3	60	120	1,5	42,03	0,3	42,33
28	0,36	0,63	C (Departure)	3	60	128	1	43,03	0,41	43,44
29	0,18	0,39	C (Arrival)	3	60	139	1,54	44,57	0,54	45,1
30	0,98	0,23	D (Arrival)	3	90	128	1,41	45,97	0,41	46,38

Table 5.9 (Lanjutan)

SIMULASI OPERASI CAMPURAN										
Pergerakan Pesawat	Random Number Kategori Pesawat	Random Number Arr/Dep	Kategori Pesawat	Separation Arr-Arr (nm)	Separation Dep-Dep (detik)	Take off/Landing Speed (knot)	Interarrival Time Arr/Dep	Time of Arr/Dep (menit)	ROT Arr/Dep (menit)	Time Service Ends (menit)
31	0,23	0,2	C (Arrival)	5	120	145	2,07	48,04	0,4	48,44
32	0,68	0,82	D (Departure)	3	90	128	1,5	49,54	0,41	49,95
33	0,81	0,81	D (Departure)	3	120	145	2	51,54	0,51	52,06
34	0,39	0,13	C (Arrival)	5	120	145	2,51	54,06	0,51	54,57
35	0,28	0,51	C (Departure)	3	60	128	1	55,06	0,41	55,46
36	0,3	0,49	C (Arrival)	3	60	139	1,54	56,59	0,54	57,13
37	0,68	0,66	D (Departure)	3	90	128	1,5	58,09	0,41	58,5

Didapatkan kapasitas *runway* pada proses *running* simulasi yang kedua, untuk kedatangan saja sebesar 35 operasi per jam, untuk keberangkatan saja sebesar 43 operasi per jam, dan untuk operasi campuran didapatkan 37 operasi per jam.

Setelah itu dijumlahkan dengan kapasitas *runway* kondisi eksisting untuk mendapatkan kapasitas *parallel runway*, untuk kapasitas kedatangan saja diperoleh sebesar $36 + 35 = 71$ operasi per jam, untuk keberangkatan saja diperoleh sebesar $42 + 43 = 85$ operasi per jam, dan untuk operasi campuran diperoleh kapasitas sebesar $39 + 37 = 76$ operasi per jam. Hasil penjumlahan dimasukkan ke dalam grafik seperti terlihat pada gambar 5.2.



Gambar 5.2 Grafik Arrival vs Departure Kapasitas Dua Parallel Runway Dalam 1 jam.

5.3 Simulasi Penentuan Kapasitas Maksimum Paralel Runway

Langkah terakhir dalam proses simulasi untuk menentukan kapasitas maksimum pada dua *parallel runway* adalah dengan merubah komposisi masing-masing kategori pesawat sampai ditemukan jumlah pergerakan pesawat terbesar dalam 1 jam.

Perhitungan yang dilakukan adalah sama dengan sebelumnya yaitu dengan menemukan kapasitas untuk kedatangan saja (arrival only) terlebih dahulu, lalu keberangkatan saja (departure only), dan operasi campuran (mixed). Untuk persentase masing-masing kategori pesawat dibuat sama. Mengacu pada jadwal penerbangan Bandara Juanda, kecenderungan komposisi pesawat yang paling banyak menggunakan *runway* adalah kategori C. Maka untuk perhitungan simulasi kapasitas maksimum dua *parallel runway* ini dibuat

komposisi pesawat kategori C lebih dominan lalu diikuti kategori D dan kategori B.

Proses simulasi dilakukan dua kali untuk menemukan kapasitas dua *parallel runway*, dengan persentase kategori pesawat interval 10%. Hasil perhitungan dirangkum dalam tabel dan dapat dilihat pada Tabel 5.10 dan 5.11. Untuk perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran.

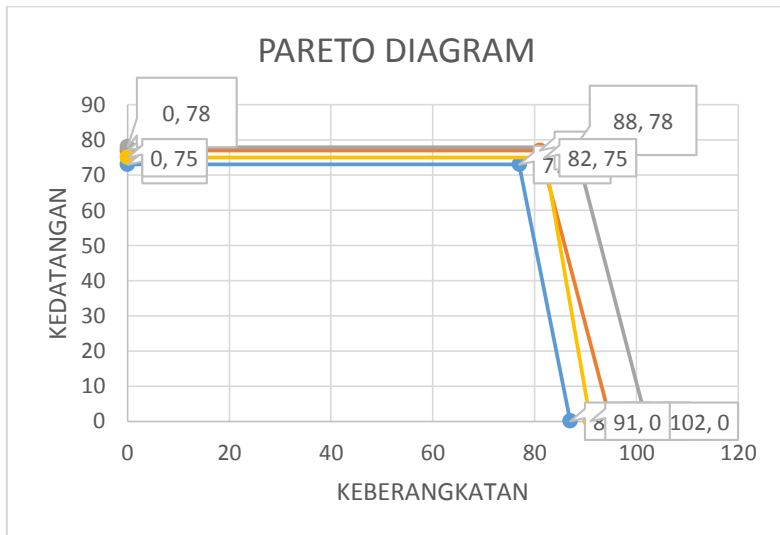
Tabel 5.10 Simulasi Kapasitas Parallel Runway 1

No	Persentase			Kapasitas		
	B	C	D	Arrival Only	Departure Only	Operasi Campuran
1	0,1	0,5	0,4	35	44	39
2	0,1	0,6	0,3	38	50	41
3	0,1	0,7	0,2	39	52	45
4	0,2	0,5	0,3	37	45	41

Tabel 5.11 Simulasi Kapasitas Parallel Runway 2

No	Persentase			Kapasitas		
	B	C	D	Arrival Only	Departure Only	Operasi Campuran
1	0,1	0,5	0,4	38	43	38
2	0,1	0,6	0,3	39	45	40
3	0,1	0,7	0,2	39	50	43
4	0,2	0,5	0,3	38	46	41

Dari kedua jumlah kapasitas *runway* diatas kemudian dijumlahkan dan dimasukkan dalam grafik kedatangan vs keberangkatan yang dapat dilihat pada gambar 5.3. Terlihat pada gambar 5.3, perhitungan simulasi dengan memakai persentase komposisi kategori pesawat dominan C didapatkan kapasitas maksimum *parallel runway* untuk kedatangan saja (arrival only) sebesar 78 operasi per jam, keberangkatan saja (departure only) sebesar 102 operasi per jam, dan operasi campuran (mixed) sebesar 88 operasi per jam dengan komposisi, B: 10%, C: 70%, dan D : 20%.



Gambar 5.3 Grafik Arrival vs Departure Kapasitas Maksimum Dua Parallel Runway

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Tugas akhir ini bertujuan untuk mendapatkan jumlah pergerakan pesawat maksimum yang bisa dilayani oleh dua parallel runway. Jumlah pergerakan maksimum ini bervariasi tergantung dari komposisi kategori pesawat yang dilayani suatu bandara. Kategori pesawat yang dilayani tidak akan dirubah, mengingat demand dari suatu bandara adalah dipengaruhi oleh rute yang dilayani di bandara tersebut. Jadi variabel yang akan diubah dalam studi ini adalah komposisi atau persentase dari masing – masing kategori pesawat.

Dari hasil analisa perhitungan dalam Tugas Akhir ini, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Karakteristik pola operasional runway eksisting:
 - a. Perhitungan kapasitas *runway* eksisting metode matematis dengan persentase komposisi kategori pesawat kedatangan saja (arrival only) sebesar, B: 12%, C: 50%, D: 38% mendapatkan kapasitas sebesar 33 operasi per jam.
 - b. Perhitungan kapasitas *runway* eksisting metode matematis dengan persentase komposisi kategori pesawat keberangkatan saja (departure only) sebesar, B: 18%, C: 41%, D: 41% mendapatkan kapasitas sebesar 41 operasi per jam.
 - c. Perhitungan kapasitas *runway* eksisting metode matematis dengan persentase komposisi kategori

pesawat operasi per jam (mixed) sama dengan kedatangan saja didapatkan kapasitas sebesar 36 operasi per jam.

2. Simulasi pergerakan pesawat untuk mendapatkan jumlah pergerakan maksimum per jam dilakukan dengan mensimulasikan kondisi yang ada pada runway tunggal yang ada saat ini. Simulasi dilakukan dengan menggunakan konsep *time space* diagram. Dengan memakai persentase komposisi kategori pesawat yang sama dengan perhitungan eksisting, dilakukan perhitungan simulasi untuk menentukan kapasitas *runway* tunggal, dengan memakai metode *time space diagram* didapatkan kapasitas kedatangan saja (arrival only) sebesar 36 operasi per jam, keberangkatan saja (departure only) sebesar 43 operasi per jam, dan operasi campuran (mixed) sebesar 39 operasi per jam. Hasil ini menunjukkan perbedaan tipis dengan hasil yang diperoleh dari perhitungan matematis seperti pada kesimpulan 1. Perbedaan tipis ini diasumsikan bahwa rancangan simulasi yang dibuat sudah mendekati kondisi sesungguhnya.
3. Hasil program simulasi pada kesimpulan 2 selanjutnya diadopsi untuk menentukan kapasitas dua parallel runway. Parallel runway yang dipilih adalah yang berjarak 4300 ft. Pemilihan jarak ini memungkinkan masing – masing runway berfungsi secara terpisah tanpa saling mempengaruhi pada proses pergerakan pesawat yang terjadi pada masing – masing runway tersebut. Hasil simulasi untuk dua parallel runway terpisah adalah:
 - a. Dengan memakai persentase komposisi kategori pesawat yang sama dengan perhitungan eksisting, dilakukan perhitungan simulasi untuk

menentukan kapasitas *parallel runway*, dengan memakai metode *time space diagram* didapatkan kapasitas kedatangan saja (arrival only) sebesar 71 operasi per jam, keberangkatan saja (departure only) sebesar 85 operasi per jam, dan operasi campuran (mixed) sebesar 76 operasi per jam.

- b. Perhitungan simulasi dengan memakai persentase komposisi kategori pesawat dominan C. Pemilihan dominasi kategori C ini mengikuti pola yang ada di bandara Juanda. Hasilnya didapatkan kapasitas maksimum *parallel runway* untuk kedatangan saja (arrival only) sebesar 78 operasi per jam, keberangkatan saja (departure only) sebesar 102 operasi per jam, dan operasi campuran (mixed) sebesar 88 operasi per jam dengan komposisi, B: 10%, C: 70%, dan D :20%.
- c. Penentuan kapasitas maksimum *parallel runway*
Tugas Akhir ini dapat dipakai pada bandara yang melayani kategori pesawat B, C dan D.

6.2 Saran

Keterbatasan waktu yang ada menjadikan pengerjaan Tugas Akhir ini memberikan hasil yang tidak maksimal. Tugas Akhir ini masih bisa dikembangkan lagi sebagai berikut:

1. Sebagaimana diketahui bahwa jarak antara dua *parallel runway* bervariasi. Jarak minimum yang dimungkinkan adalah 2500 ft atau 800 m. Jarak ini menjadikan kedua *parallel runway* tersebut tidak beroperasi secara terpisah. Simulasi pada jarak ini akan memberikan tambahan manfaat bagi bandara yang memiliki lahan terbatas.

2. Simulasi juga masih bisa dikembangkan dengan membuat variasi pada persentase kategori pesawat tanpa ada dominasi salah satu kategori pesawat.

Simulasi Penentuan Kapasitas Parallel Runway 1 (Arrival Only)

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,10	0	B
0,5	0,1	C
0,40	0,6	D

SIMULASI KEDATANGAN/ARRIVALS								
Jumlah Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (nm)	Approach Speed (knot)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,80	D	3	145	1,24	1,24	0,40	1,64
2	0,98	D	6	145	2,48	3,72	0,40	4,12
3	0,04	B	3	120	1,50	5,22	0,30	5,52
4	0,83	D	5	145	2,07	7,29	0,40	7,69
5	0,11	C	3	128	1,41	8,70	0,41	9,10
6	0,62	D	5	145	2,07	10,77	0,40	11,16
7	0,45	C	3	128	1,41	12,17	0,41	12,58
8	0,66	D	6	145	2,48	14,66	0,40	15,05
9	0,07	B	3	120	1,50	16,16	0,30	16,45
10	0,59	C	3	128	1,41	17,56	0,41	17,97
11	0,95	D	5	145	2,07	19,63	0,40	20,03
12	0,31	C	3	128	1,41	21,04	0,41	21,44
13	0,66	D	5	145	2,07	23,11	0,40	23,50
14	0,40	C	5	128	2,34	25,45	0,41	25,86
15	0,05	B	3	120	1,50	26,95	0,30	27,25
16	0,69	D	5	145	2,07	29,02	0,40	29,42
17	0,16	C	3	128	1,41	30,43	0,41	30,83
18	0,44	C	3	128	1,41	31,83	0,41	32,24
19	0,52	C	3	128	1,41	33,24	0,41	33,64
20	0,63	D	3	145	1,24	34,48	0,40	34,88
21	0,60	D	5	145	2,07	36,55	0,40	36,95
22	0,39	C	3	128	1,41	37,96	0,41	38,36
23	0,36	C	3	128	1,41	39,36	0,41	39,77
24	0,59	C	3	128	1,41	40,77	0,41	41,17
25	0,72	D	6	145	2,48	43,25	0,40	43,65
26	0,03	B	3	120	1,50	44,75	0,30	45,05
27	0,03	B	3	120	1,50	46,25	0,30	46,55
28	0,74	D	3	145	1,24	47,49	0,40	47,89
29	0,65	D	5	145	2,07	49,56	0,40	49,96
30	0,38	C	3	128	1,41	50,97	0,41	51,37
31	0,16	C	5	128	2,34	53,31	0,41	53,72
32	0,01	B	3	120	1,50	54,81	0,30	55,11
33	0,31	C	3	128	1,41	56,22	0,41	56,62
34	0,56	C	3	128	1,41	57,62	0,41	58,03
35	0,83	D	5	145	2,07	59,69	0,40	60,09

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,10	0	B
0,6	0,1	C
0,30	0,7	D

SIMULASI KEDATANGAN/ARRIVALS								
Jumlah Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (nm)	Approach Speed (knot)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,78	D	5	145	2,07	2,07	0,40	2,46
2	0,62	C	3	128	1,41	3,48	0,41	3,88
3	0,94	D	5	145	2,07	5,54	0,40	5,94
4	0,46	C	3	128	1,41	6,95	0,41	7,36
5	0,62	C	3	128	1,41	8,36	0,41	8,76
6	0,90	D	5	145	2,07	10,43	0,40	10,82
7	0,10	C	5	128	2,34	12,77	0,41	13,17
8	0,02	B	3	120	1,50	14,27	0,30	14,57
9	0,33	C	3	128	1,41	15,68	0,41	16,08
10	0,67	C	3	128	1,41	17,08	0,41	17,49
11	0,31	C	3	128	1,41	18,49	0,41	18,89
12	0,47	C	3	128	1,41	19,89	0,41	20,30
13	0,48	C	3	128	1,41	21,30	0,41	21,71
14	0,60	C	3	128	1,41	22,71	0,41	23,11
15	0,48	C	3	128	1,41	24,11	0,41	24,52
16	0,12	C	3	128	1,41	25,52	0,41	25,92
17	0,18	C	3	128	1,41	26,93	0,41	27,33
18	0,76	D	5	145	2,07	28,99	0,40	29,39
19	0,38	C	3	128	1,41	30,40	0,41	30,81
20	0,39	C	3	128	1,41	31,81	0,41	32,21
21	0,56	C	3	128	1,41	33,21	0,41	33,62
22	0,66	C	3	128	1,41	34,62	0,41	35,02
23	0,16	C	3	128	1,41	36,03	0,41	36,43
24	0,72	D	3	145	1,24	37,27	0,40	37,66
25	0,93	D	3	145	1,24	38,51	0,40	38,90
26	0,89	D	5	145	2,07	40,58	0,40	40,97
27	0,37	C	3	128	1,41	41,98	0,41	42,39
28	0,63	C	3	128	1,41	43,39	0,41	43,80
29	0,91	D	3	145	1,24	44,63	0,40	45,03
30	0,81	D	5	145	2,07	46,70	0,40	47,10
31	0,23	C	3	128	1,41	48,11	0,41	48,51
32	0,41	C	5	128	2,34	50,45	0,41	50,86
33	0,09	B	3	120	1,50	51,95	0,30	52,25
34	0,75	D	6	145	2,48	54,43	0,40	54,83
35	0,01	B	3	120	1,50	55,93	0,30	56,23
36	0,86	D	3	145	1,24	57,17	0,40	57,57
37	0,77	D	5	145	2,07	59,24	0,40	59,64
38	0,12	C	3	128	1,41	60,65	0,41	61,05

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,10	0	B
0,7	0,1	C
0,20	0,8	D

SIMULASI KEDATANGAN/ARRIVALS								
Jumlah Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (nm)	Approach Speed (knot)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,65	C	3	128	1,41	1,41	0,41	1,81
2	0,25	C	3	128	1,41	2,81	0,41	3,22
3	0,83	D	5	145	2,07	4,88	0,40	5,28
4	0,45	C	3	128	1,41	6,29	0,41	6,69
5	0,94	D	5	145	2,07	8,36	0,40	8,75
6	0,38	C	3	128	1,41	9,76	0,41	10,17
7	0,77	C	3	128	1,41	11,17	0,41	11,57
8	0,52	C	3	128	1,41	12,58	0,41	12,98
9	0,18	C	5	128	2,34	14,92	0,41	15,32
10	0,04	B	3	120	1,50	16,42	0,30	16,72
11	0,08	B	3	120	1,50	17,92	0,30	18,22
12	0,62	C	3	128	1,41	19,33	0,41	19,73
13	0,70	C	3	128	1,41	20,73	0,41	21,14
14	0,57	C	3	128	1,41	22,14	0,41	22,54
15	0,62	C	3	128	1,41	23,54	0,41	23,95
16	0,49	C	3	128	1,41	24,95	0,41	25,36
17	0,87	D	5	145	2,07	27,02	0,40	27,42
18	0,39	C	3	128	1,41	28,43	0,41	28,83
19	0,58	C	3	128	1,41	29,83	0,41	30,24
20	0,24	C	3	128	1,41	31,24	0,41	31,64
21	0,75	C	3	128	1,41	32,64	0,41	33,05
22	0,73	C	3	128	1,41	34,05	0,41	34,46
23	0,83	D	3	145	1,24	35,29	0,40	35,69
24	0,87	D	5	145	2,07	37,36	0,40	37,76
25	0,14	C	3	128	1,41	38,77	0,41	39,17
26	0,56	C	3	128	1,41	40,17	0,41	40,58
27	0,80	D	3	145	1,24	41,41	0,40	41,81
28	0,98	D	3	145	1,24	42,66	0,40	43,05
29	0,94	D	5	145	2,07	44,73	0,40	45,12
30	0,36	C	5	128	2,34	47,07	0,41	47,47
31	0,10	B	3	120	1,50	48,57	0,30	48,87
32	0,13	C	3	128	1,41	49,98	0,41	50,38
33	0,39	C	5	128	2,34	52,32	0,41	52,72
34	0,07	B	3	120	1,50	53,82	0,30	54,12
35	0,66	C	3	128	1,41	55,23	0,41	55,63
36	0,22	C	3	128	1,41	56,63	0,41	57,04
37	0,74	C	3	128	1,41	58,04	0,41	58,44
38	0,88	D	3	145	1,24	59,28	0,40	59,67
39	0,81	D	5	145	2,07	61,35	0,40	61,74

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,20	0	B
0,5	0,2	C
0,30	0,7	D

SIMULASI KEDATANGAN/ARRIVALS								
Jumlah Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (nm)	Approach Speed (knot)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,53	C	5	128	2,34	2,34	0,41	2,75
2	0,17	B	3	120	1,50	3,84	0,30	4,14
3	0,75	D	5	145	2,07	5,91	0,40	6,31
4	0,49	C	3	128	1,41	7,32	0,41	7,72
5	0,77	D	6	145	2,48	9,80	0,40	10,20
6	0,02	B	3	120	1,50	11,30	0,30	11,60
7	0,79	D	6	145	2,48	13,78	0,40	14,18
8	0,18	B	3	120	1,50	15,28	0,30	15,58
9	0,36	C	3	128	1,41	16,69	0,41	17,10
10	0,35	C	3	128	1,41	18,10	0,41	18,50
11	0,77	D	3	145	1,24	19,34	0,40	19,73
12	0,88	D	5	145	2,07	21,41	0,40	21,80
13	0,37	C	3	128	1,41	22,81	0,41	23,22
14	0,38	C	5	128	2,34	25,16	0,41	25,56
15	0,19	B	3	120	1,50	26,66	0,30	26,95
16	0,06	B	3	120	1,50	28,16	0,30	28,45
17	0,97	D	3	145	1,24	29,40	0,40	29,79
18	0,82	D	6	145	2,48	31,88	0,40	32,28
19	0,13	B	3	120	1,50	33,38	0,30	33,68
20	0,60	C	3	128	1,41	34,79	0,41	35,19
21	0,65	C	3	128	1,41	36,19	0,41	36,60
22	0,31	C	3	128	1,41	37,60	0,41	38,01
23	0,78	D	3	145	1,24	38,84	0,40	39,24
24	0,71	D	5	145	2,07	40,91	0,40	41,31
25	0,59	C	3	128	1,41	42,32	0,41	42,72
26	0,23	C	3	128	1,41	43,72	0,41	44,13
27	0,37	C	3	128	1,41	45,13	0,41	45,53
28	0,65	C	5	128	2,34	47,47	0,41	47,88
29	0,18	B	3	120	1,50	48,97	0,30	49,27
30	0,24	C	3	128	1,41	50,38	0,41	50,78
31	0,36	C	3	128	1,41	51,79	0,41	52,19
32	0,47	C	3	128	1,41	53,19	0,41	53,60
33	0,45	C	3	128	1,41	54,60	0,41	55,00
34	0,78	D	5	145	2,07	56,67	0,40	57,06
35	0,21	C	3	128	1,41	58,07	0,41	58,48
36	0,34	C	3	128	1,41	59,48	0,41	59,88
37	0,35	C	3	128	1,41	60,89	0,41	61,29

Simulasi Penentuan Kapasitas Parallel Runway 2 (Arrival Only)

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,10	0	B
0,5	0,1	C
0,40	0,6	D

SIMULASI KEDATANGAN/ARRIVALS								
Jumlah Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (nm)	Approach Speed (knot)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
1	D	0,95	6	145	2,48	2,48	0,40	2,88
2	B	0,03	3	120	1,50	3,98	0,30	4,28
3	C	0,23	3	128	1,41	5,39	0,41	5,79
4	C	0,33	3	128	1,41	6,80	0,41	7,20
5	C	0,44	3	128	1,41	8,20	0,41	8,61
6	D	0,87	3	145	1,24	9,44	0,40	9,84
7	D	0,85	3	145	1,24	10,68	0,40	11,08
8	D	0,65	5	145	2,07	12,75	0,40	13,15
9	C	0,13	3	128	1,41	14,16	0,41	14,56
10	D	0,78	6	145	2,48	16,64	0,40	17,04
11	B	0,02	3	120	1,50	18,14	0,30	18,44
12	D	0,63	3	145	1,24	19,38	0,40	19,78
13	D	0,89	5	145	2,07	21,45	0,40	21,85
14	C	0,25	3	128	1,41	22,86	0,41	23,26
15	C	0,45	3	128	1,41	24,27	0,41	24,67
16	D	0,86	5	145	2,07	26,33	0,40	26,73
17	C	0,12	3	128	1,41	27,74	0,41	28,15
18	D	0,83	3	145	1,24	28,98	0,40	29,38
19	D	0,73	3	145	1,24	30,22	0,40	30,62
20	D	0,76	5	145	2,07	32,29	0,40	32,69
21	C	0,51	3	128	1,41	33,70	0,41	34,10
22	C	0,24	3	128	1,41	35,10	0,41	35,51
23	C	0,28	3	128	1,41	36,51	0,41	36,92
24	D	0,75	5	145	2,07	38,58	0,40	38,98
25	C	0,14	3	128	1,41	39,99	0,41	40,39
26	C	0,18	3	128	1,41	41,39	0,41	41,80
27	C	0,41	5	128	2,34	43,74	0,41	44,14
28	B	0,05	3	120	1,50	45,24	0,30	45,53
29	C	0,57	3	128	1,41	46,64	0,41	47,05
30	D	0,74	3	145	1,24	47,88	0,40	48,28
31	D	0,85	5	145	2,07	49,95	0,40	50,35
32	C	0,12	3	128	1,41	51,36	0,41	51,76
33	C	0,37	3	128	1,41	52,77	0,41	53,17
34	C	0,29	3	128	1,41	54,17	0,41	54,58
35	C	0,50	3	128	1,41	55,58	0,41	55,98
36	C	0,49	3	128	1,41	56,98	0,41	57,39
37	D	0,99	3	145	1,24	58,23	0,40	58,62
38	D	0,93	5	145	2,07	60,29	0,40	60,69

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,10	0	B
0,6	0,1	C
0,30	0,7	D

SIMULASI KEDATANGAN/ARRIVALS								
Jumlah Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (nm)	Approach Speed (knot)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,359976	C	3	128	1,41	1,41	0,41	1,81
2	0,943135	D	5	145	2,07	3,48	0,40	3,87
3	0,221211	C	3	128	1,41	4,88	0,41	5,29
4	0,262885	C	3	128	1,41	6,29	0,41	6,69
5	0,891511	D	5	145	2,07	8,36	0,40	8,75
6	0,340965	C	3	128	1,41	9,76	0,41	10,17
7	0,409792	C	3	128	1,41	11,17	0,41	11,57
8	0,306687	C	3	128	1,41	12,58	0,41	12,98
9	0,436321	C	3	128	1,41	13,98	0,41	14,39
10	0,98254	D	3	145	1,24	15,22	0,40	15,62
11	0,713713	D	5	145	2,07	17,29	0,40	17,69
12	0,136277	C	3	128	1,41	18,70	0,41	19,10
13	0,287174	C	3	128	1,41	20,10	0,41	20,51
14	0,842233	D	5	145	2,07	22,17	0,40	22,57
15	0,109108	C	3	128	1,41	23,58	0,41	23,98
16	0,488949	C	3	128	1,41	24,99	0,41	25,39
17	0,158149	C	3	128	1,41	26,39	0,41	26,80
18	0,232646	C	3	128	1,41	27,80	0,41	28,20
19	0,197694	C	5	128	2,34	30,14	0,41	30,55
20	0,040136	B	3	120	1,50	31,64	0,30	31,94
21	0,260717	C	3	128	1,41	33,05	0,41	33,45
22	0,582066	C	3	128	1,41	34,45	0,41	34,86
23	0,923338	D	3	145	1,24	35,70	0,40	36,09
24	0,967674	D	5	145	2,07	37,77	0,40	38,16
25	0,346639	C	3	128	1,41	39,17	0,41	39,58
26	0,18209	C	3	128	1,41	40,58	0,41	40,98
27	0,255243	C	3	128	1,41	41,98	0,41	42,39
28	0,312629	C	3	128	1,41	43,39	0,41	43,80
29	0,214708	C	3	128	1,41	44,80	0,41	45,20
30	0,875615	D	5	145	2,07	46,87	0,40	47,26
31	0,596906	C	3	128	1,41	48,27	0,41	48,68
32	0,401667	C	3	128	1,41	49,68	0,41	50,08
33	0,940382	D	5	145	2,07	51,75	0,40	52,14
34	0,638101	C	3	128	1,41	53,15	0,41	53,56
35	0,676672	C	3	128	1,41	54,56	0,41	54,96
36	0,402009	C	3	128	1,41	55,97	0,41	56,37
37	0,280162	C	3	128	1,41	57,37	0,41	57,78
38	0,673722	C	3	128	1,41	58,78	0,41	59,18
39	0,39382	C	5	128	2,34	61,12	0,41	61,53

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,10	0	B
0,7	0,1	C
0,20	0,8	D

SIMULASI KEDATANGAN/ARRIVALS								
Jumlah Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (nm)	Approach Speed (knot)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,45	C	3	128	1,41	1,41	0,41	1,81
2	0,33	C	5	128	2,34	3,75	0,41	4,15
3	0,01	B	3	120	1,50	5,25	0,30	5,55
4	0,17	C	3	128	1,41	6,66	0,41	7,06
5	0,55	C	3	128	1,41	8,06	0,41	8,47
6	0,52	C	3	128	1,41	9,47	0,41	9,87
7	0,62	C	3	128	1,41	10,87	0,41	11,28
8	0,54	C	3	128	1,41	12,28	0,41	12,69
9	0,32	C	3	128	1,41	13,69	0,41	14,09
10	0,49	C	3	128	1,41	15,09	0,41	15,50
11	0,26	C	3	128	1,41	16,50	0,41	16,90
12	0,77	D	3	145	1,24	17,74	0,40	18,14
13	0,72	D	6	145	2,48	20,22	0,40	20,62
14	0,06	B	3	120	1,50	21,72	0,30	22,02
15	0,43	C	3	128	1,41	23,13	0,41	23,54
16	0,18	C	3	128	1,41	24,54	0,41	24,94
17	0,11	C	3	128	1,41	25,94	0,41	26,35
18	0,73	D	5	145	2,07	28,01	0,40	28,41
19	0,33	C	3	128	1,41	29,42	0,41	29,82
20	0,38	C	3	128	1,41	30,82	0,41	31,23
21	0,54	C	3	128	1,41	32,23	0,41	32,64
22	0,86	D	3	145	1,24	33,47	0,40	33,87
23	0,77	D	5	145	2,07	35,54	0,40	35,94
24	0,37	C	3	128	1,41	36,95	0,41	37,35
25	0,34	C	3	128	1,41	38,35	0,41	38,76
26	0,94	D	3	145	1,24	39,59	0,40	39,99
27	0,99	D	5	145	2,07	41,66	0,40	42,06
28	0,56	C	3	128	1,41	43,07	0,41	43,48
29	0,41	C	3	128	1,41	44,48	0,41	44,88
30	0,46	C	3	128	1,41	45,88	0,41	46,29
31	0,36	C	3	128	1,41	47,29	0,41	47,69
32	0,60	C	3	128	1,41	48,70	0,41	49,10
33	0,29	C	3	128	1,41	50,10	0,41	50,51
34	0,70	D	3	145	1,24	51,34	0,40	51,74
35	0,88	D	5	145	2,07	53,41	0,40	53,81
36	0,33	C	3	128	1,41	54,82	0,41	55,22
37	0,19	C	3	128	1,41	56,22	0,41	56,63
38	0,96	D	5	145	2,07	58,29	0,40	58,69
39	0,14	C	3	128	1,41	59,70	0,41	60,10

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,20	0	B
0,5	0,2	C
0,30	0,7	D

SIMULASI KEDATANGAN/ARRIVALS								
Jumlah Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (nm)	Approach Speed (knot)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,25	C	3	128	1,41	1,41	0,41	1,81
2	0,60	C	3	128	1,41	2,81	0,41	3,22
3	0,69	C	5	128	2,34	5,16	0,41	5,56
4	0,04	B	3	120	1,50	6,66	0,30	6,95
5	0,08	B	3	120	1,50	8,16	0,30	8,45
6	0,14	B	3	120	1,50	9,66	0,30	9,95
7	0,57	C	3	128	1,41	11,06	0,41	11,47
8	0,93	D	5	145	2,07	13,13	0,40	13,53
9	0,51	C	3	128	1,41	14,54	0,41	14,94
10	0,37	C	3	128	1,41	15,94	0,41	16,35
11	0,59	C	5	128	2,34	18,29	0,41	18,69
12	0,03	B	3	120	1,50	19,79	0,30	20,08
13	0,57	C	3	128	1,41	21,19	0,41	21,60
14	0,58	C	3	128	1,41	22,60	0,41	23,01
15	0,46	C	3	128	1,41	24,01	0,41	24,41
16	0,99	D	5	145	2,07	26,08	0,40	26,47
17	0,66	C	3	128	1,41	27,48	0,41	27,89
18	0,27	C	3	128	1,41	28,89	0,41	29,29
19	0,56	C	3	128	1,41	30,29	0,41	30,70
20	0,79	D	3	145	1,24	31,54	0,40	31,93
21	0,86	D	3	145	1,24	32,78	0,40	33,17
22	0,85	D	3	145	1,24	34,02	0,40	34,41
23	0,74	D	5	145	2,07	36,09	0,40	36,48
24	0,47	C	3	128	1,41	37,49	0,41	37,90
25	0,23	C	3	128	1,41	38,90	0,41	39,30
26	0,47	C	3	128	1,41	40,31	0,41	40,71
27	0,83	D	3	145	1,24	41,55	0,40	41,94
28	0,82	D	6	145	2,48	44,03	0,40	44,43
29	0,02	B	3	120	1,50	45,53	0,30	45,83
30	0,34	C	3	128	1,41	46,94	0,41	47,34
31	0,43	C	3	128	1,41	48,34	0,41	48,75
32	0,37	C	3	128	1,41	49,75	0,41	50,15
33	0,53	C	3	128	1,41	51,16	0,41	51,56
34	0,80	D	6	145	2,48	53,64	0,40	54,03
35	0,07	B	3	120	1,50	55,14	0,30	55,43
36	0,35	C	3	128	1,41	56,54	0,41	56,95
37	0,60	C	3	128	1,41	57,95	0,41	58,36
38	0,93	D	6	145	2,48	60,43	0,40	60,83

Simulasi Penentuan Kapasitas Parallel Runway 1 (Departure Only)

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,10	0	B
0,5	0,1	C
0,40	0,6	D

SIMULASI KEBERANGKATAN / DEPARTURES							
Pergerakan Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (detik)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,77	D	120	2	2	0,51	2,51
2	0,11	C	60	1	3	0,54	3,54
3	0,17	C	60	1	4	0,54	4,54
4	0,00	B	60	1	5	0,44	5,44
5	1,00	D	120	2	7	0,51	7,51
6	0,23	C	60	1	8	0,54	8,54
7	0,31	C	60	1	9	0,54	9,54
8	0,21	C	90	1,5	10,5	0,54	11,04
9	0,93	D	120	2	12,5	0,51	13,01
10	0,89	D	120	2	14,5	0,51	15,01
11	0,12	C	60	1	15,5	0,54	16,04
12	0,52	C	60	1	16,5	0,54	17,04
13	0,57	C	60	1	17,5	0,54	18,04
14	0,46	C	60	1	18,5	0,54	19,04
15	0,57	C	60	1	19,5	0,54	20,04
16	0,44	C	60	1	20,5	0,54	21,04
17	0,20	C	90	1,5	22	0,54	22,54
18	0,73	D	120	2	24	0,51	24,51
19	0,38	C	60	1	25	0,54	25,54
20	0,39	C	60	1	26	0,54	26,54
21	0,57	C	60	1	27	0,54	27,54
22	0,11	C	60	1	28	0,54	28,54
23	0,23	C	90	1,5	29,5	0,54	30,04
24	0,68	D	120	2	31,5	0,51	32,01
25	0,94	D	120	2	33,5	0,51	34,01
26	0,35	C	60	1	34,5	0,54	35,04
27	0,15	C	60	1	35,5	0,54	36,04
28	0,29	C	90	1,5	37	0,54	37,54
29	0,89	D	120	2	39	0,51	39,51
30	0,17	C	60	1	40	0,54	40,54
31	0,03	B	60	1	41	0,44	41,44
32	0,87	D	120	2	43	0,51	43,51
33	0,74	D	120	2	45	0,51	45,51
34	0,40	C	90	1,5	46,5	0,54	47,04
35	0,96	D	120	2	48,5	0,51	49,01
36	0,94	D	120	2	50,5	0,51	51,01
37	0,83	D	120	2	52,5	0,51	53,01
38	0,23	C	60	1	53,5	0,54	54,04
39	0,28	C	60	1	54,5	0,54	55,04
40	0,06	B	60	1	55,5	0,44	55,94
41	0,40	C	60	1	56,5	0,54	57,04
42	0,55	C	60	1	57,5	0,54	58,04
43	0,38	C	60	1	58,5	0,54	59,04
44	0,12	C	60	1	59,5	0,54	60,04

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,10	0	B
0,6	0,1	C
0,30	0,7	D

SIMULASI KEBERANGKATAN / DEPARTURES							
Pergerakan Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (detik)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,59	C	60	1	1	0,54	1,54
2	0,46	C	60	1	2	0,54	2,54
3	0,06	B	60	1	3	0,44	3,44
4	0,61	C	60	1	4	0,54	4,54
5	0,25	C	60	1	5	0,54	5,54
6	0,39	C	60	1	6	0,54	6,54
7	0,38	C	60	1	7	0,54	7,54
8	0,55	C	60	1	8	0,54	8,54
9	0,45	C	60	1	9	0,54	9,54
10	0,35	C	60	1	10	0,54	10,54
11	0,18	C	60	1	11	0,54	11,54
12	0,19	C	90	1,5	12,5	0,54	13,04
13	0,77	D	120	2	14,5	0,51	15,01
14	0,05	B	60	1	15,5	0,44	15,94
15	0,66	C	60	1	16,5	0,54	17,04
16	0,03	B	60	1	17,5	0,44	17,94
17	0,84	D	120	2	19,5	0,51	20,01
18	0,38	C	60	1	20,5	0,54	21,04
19	0,52	C	60	1	21,5	0,54	22,04
20	0,53	C	60	1	22,5	0,54	23,04
21	0,07	B	60	1	23,5	0,44	23,94
22	0,34	C	60	1	24,5	0,54	25,04
23	0,36	C	60	1	25,5	0,54	26,04
24	0,20	C	60	1	26,5	0,54	27,04
25	0,68	C	90	1,5	28	0,54	28,54
26	0,93	D	120	2	30	0,51	30,51
27	0,03	B	60	1	31	0,44	31,44
28	0,62	C	60	1	32	0,54	32,54
29	0,05	B	60	1	33	0,44	33,44
30	0,26	C	60	1	34	0,54	34,54
31	0,13	C	60	1	35	0,54	35,54
32	0,32	C	60	1	36	0,54	36,54
33	0,19	C	60	1	37	0,54	37,54
34	0,22	C	90	1,5	38,5	0,54	39,04
35	0,80	D	120	2	40,5	0,51	41,01
36	0,81	D	120	2	42,5	0,51	43,01
37	0,84	D	120	2	44,5	0,51	45,01
38	0,11	C	60	1	45,5	0,54	46,04
39	0,14	C	60	1	46,5	0,54	47,04
40	0,08	B	60	1	47,5	0,44	47,94
41	0,08	B	60	1	48,5	0,44	48,94
42	0,92	D	120	2	50,5	0,51	51,01
43	0,43	C	60	1	51,5	0,54	52,04
44	0,37	C	60	1	52,5	0,54	53,04
45	0,23	C	60	1	53,5	0,54	54,04
46	0,49	C	90	1,5	55	0,54	55,54
47	0,72	D	120	2	57	0,51	57,51
48	0,11	C	60	1	58	0,54	58,54
49	0,15	C	60	1	59	0,54	59,54
50	0,46	C	90	1,5	60,5	0,54	61,04

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,10	0	B
0,7	0,1	C
0,20	0,8	D

SIMULASI KEBERANGKATAN / DEPARTURES							
Pergerakan Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (detik)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,08	B	60	1	1	0,44	1,44
2	0,40	C	60	1	2	0,54	2,54
3	0,12	C	60	1	3	0,54	3,54
4	0,33	C	60	1	4	0,54	4,54
5	0,49	C	60	1	5	0,54	5,54
6	0,37	C	60	1	6	0,54	6,54
7	0,53	C	60	1	7	0,54	7,54
8	0,30	C	60	1	8	0,54	8,54
9	0,59	C	60	1	9	0,54	9,54
10	0,50	C	60	1	10	0,54	10,54
11	0,42	C	60	1	11	0,54	11,54
12	0,65	C	60	1	12	0,54	12,54
13	0,79	C	60	1	13	0,54	13,54
14	0,39	C	90	1,5	14,5	0,54	15,04
15	0,91	D	120	2	16,5	0,51	17,01
16	0,21	C	60	1	17,5	0,54	18,04
17	0,43	C	60	1	18,5	0,54	19,04
18	0,03	B	60	1	19,5	0,44	19,94
19	0,60	C	60	1	20,5	0,54	21,04
20	0,36	C	60	1	21,5	0,54	22,04
21	0,03	B	60	1	22,5	0,44	22,94
22	0,25	C	60	1	23,5	0,54	24,04
23	0,03	B	60	1	24,5	0,44	24,94
24	0,93	D	120	2	26,5	0,51	27,01
25	0,89	D	120	2	28,5	0,51	29,01
26	0,74	C	60	1	29,5	0,54	30,04
27	0,23	C	90	1,5	31	0,54	31,54
28	0,99	D	120	2	33	0,51	33,51
29	0,28	C	60	1	34	0,54	34,54
30	0,58	C	60	1	35	0,54	35,54
31	0,62	C	60	1	36	0,54	36,54
32	0,20	C	60	1	37	0,54	37,54
33	0,74	C	60	1	38	0,54	38,54
34	0,37	C	60	1	39	0,54	39,54
35	0,20	C	60	1	40	0,54	40,54
36	0,71	C	60	1	41	0,54	41,54
37	0,12	C	60	1	42	0,54	42,54
38	0,13	C	90	1,5	43,5	0,54	44,04
39	0,85	D	120	2	45,5	0,51	46,01
40	0,85	D	120	2	47,5	0,51	48,01
41	0,08	B	60	1	48,5	0,44	48,94
42	0,65	C	60	1	49,5	0,54	50,04
43	0,67	C	60	1	50,5	0,54	51,04
44	0,73	C	60	1	51,5	0,54	52,04
45	0,29	C	60	1	52,5	0,54	53,04
46	0,34	C	60	1	53,5	0,54	54,04
47	0,61	C	60	1	54,5	0,54	55,04
48	0,70	C	60	1	55,5	0,54	56,04
49	0,07	B	60	1	56,5	0,44	56,94
50	0,36	C	60	1	57,5	0,54	58,04
51	0,63	C	60	1	58,5	0,54	59,04
52	0,38	C	60	1	59,5	0,54	60,04

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,20	0	B
0,5	0,2	C
0,30	0,7	D

SIMULASI KEBERANGKATAN / DEPARTURES							
Pergerakan Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (detik)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,51	C	60	1	1	0,54	1,54
2	0,17	C	90	1,5	2,5	0,54	3,04
3	0,69	D	120	2	4,5	0,51	5,01
4	0,47	C	90	1,5	6	0,54	6,54
5	0,87	D	120	2	8	0,51	8,51
6	0,81	D	120	2	10	0,51	10,51
7	0,27	C	90	1,5	11,5	0,54	12,04
8	0,89	D	120	2	13,5	0,51	14,01
9	0,59	C	60	1	14,5	0,54	15,04
10	0,44	C	90	1,5	16	0,54	16,54
11	0,92	D	120	2	18	0,51	18,51
12	0,73	D	120	2	20	0,51	20,51
13	0,69	D	120	2	22	0,51	22,51
14	0,84	D	120	2	24	0,51	24,51
15	0,53	C	60	1	25	0,54	25,54
16	0,15	C	90	1,5	26,5	0,54	27,04
17	0,91	D	120	2	28,5	0,51	29,01
18	0,10	B	60	1	29,5	0,44	29,94
19	0,97	D	120	2	31,5	0,51	32,01
20	0,86	D	120	2	33,5	0,51	34,01
21	0,08	B	60	1	34,5	0,44	34,94
22	0,68	D	120	2	36,5	0,51	37,01
23	0,95	D	120	2	38,5	0,51	39,01
24	0,09	B	60	1	39,5	0,44	39,94
25	0,53	C	60	1	40,5	0,54	41,04
26	0,04	B	60	1	41,5	0,44	41,94
27	0,80	D	120	2	43,5	0,51	44,01
28	0,06	B	60	1	44,5	0,44	44,94
29	0,10	C	60	1	45,5	0,54	46,04
30	0,55	C	60	1	46,5	0,54	47,04
31	0,30	C	90	1,5	48	0,54	48,54
32	0,81	D	120	2	50	0,51	50,51
33	0,64	D	120	2	52	0,51	52,51
34	0,34	C	60	1	53	0,54	53,54
35	0,32	C	90	1,5	54,5	0,54	55,04
36	0,96	D	120	2	56,5	0,51	57,01
37	0,49	C	90	1,5	58	0,54	58,54
38	0,93	D	120	2	60	0,51	60,51
39	0,89	D	120	2	62	0,51	62,51
40	0,68	D	120	2	64	0,51	64,51
41	0,47	C	90	1,5	65,5	0,54	66,04
42	0,98	D	120	2	67,5	0,51	68,01
43	0,52	C	90	1,5	69	0,54	69,54
44	0,85	D	120	2	71	0,51	71,51
45	0,43	C	60	1	72	0,54	72,54

Simulasi Penentuan Kapasitas Parallel Runway 2 (Departure Only)

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,10	0	B
0,5	0,1	C
0,40	0,6	D

SIMULASI KEBERANGKATAN / DEPARTURES							
Pergerakan Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (detik)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,30	C	90	1,5	1,5	0,54	2,04
2	0,80	D	120	2	3,5	0,51	4,01
3	0,22	C	60	1	4,5	0,54	5,04
4	0,27	C	90	1,5	6	0,54	6,54
5	0,63	D	120	2	8	0,51	8,51
6	0,42	C	60	1	9	0,54	9,54
7	0,09	B	60	1	10	0,44	10,44
8	0,01	B	60	1	11	0,44	11,44
9	0,91	D	120	2	13	0,51	13,51
10	0,28	C	90	1,5	14,5	0,54	15,04
11	0,62	D	120	2	16,5	0,51	17,01
12	0,39	C	60	1	17,5	0,54	18,04
13	0,07	B	60	1	18,5	0,44	18,94
14	0,45	C	60	1	19,5	0,54	20,04
15	0,44	C	60	1	20,5	0,54	21,04
16	0,38	C	60	1	21,5	0,54	22,04
17	0,23	C	90	1,5	23	0,54	23,54
18	0,72	D	120	2	25	0,51	25,51
19	0,09	B	60	1	26	0,44	26,44
20	0,86	D	120	2	28	0,51	28,51
21	0,47	C	60	1	29	0,54	29,54
22	0,13	C	60	1	30	0,54	30,54
23	0,31	C	60	1	31	0,54	31,54
24	0,30	C	60	1	32	0,54	32,54
25	0,05	B	60	1	33	0,44	33,44
26	0,89	D	120	2	35	0,51	35,51
27	0,17	C	60	1	36	0,54	36,54
28	0,01	B	60	1	37	0,44	37,44
29	0,62	D	120	2	39	0,51	39,51
30	0,48	C	60	1	40	0,54	40,54
31	0,54	C	90	1,5	41,5	0,54	42,04
32	0,88	D	120	2	43,5	0,51	44,01
33	0,38	C	90	1,5	45	0,54	45,54
34	0,96	D	120	2	47	0,51	47,51
35	0,46	C	60	1	48	0,54	48,54
36	0,00	B	60	1	49	0,44	49,44
37	0,46	C	90	1,5	50,5	0,54	51,04
38	0,71	D	120	2	52,5	0,51	53,01
39	0,65	D	120	2	54,5	0,51	55,01
40	0,02	B	60	1	55,5	0,44	55,94
41	0,62	D	120	2	57,5	0,51	58,01
42	0,34	C	60	1	58,5	0,54	59,04
43	0,52	C	60	1	59,5	0,54	60,04

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,10	0	B
0,6	0,1	C
0,30	0,7	D

SIMULASI KEBERANGKATAN / DEPARTURES							
Pergerakan Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (detik)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,64	C	60	1	1	0,54	1,54
2	0,13	C	90	1,5	2,5	0,54	3,04
3	0,72	D	120	2	4,5	0,51	5,01
4	0,65	C	60	1	5,5	0,54	6,04
5	0,07	B	60	1	6,5	0,44	6,94
6	0,61	C	60	1	7,5	0,54	8,04
7	0,57	C	90	1,5	9	0,54	9,54
8	0,95	D	120	2	11	0,51	11,51
9	0,09	B	60	1	12	0,44	12,44
10	0,37	C	60	1	13	0,54	13,54
11	0,11	C	90	1,5	14,5	0,54	15,04
12	0,70	D	120	2	16,5	0,51	17,01
13	0,46	C	60	1	17,5	0,54	18,04
14	0,58	C	60	1	18,5	0,54	19,04
15	0,16	C	60	1	19,5	0,54	20,04
16	0,21	C	60	1	20,5	0,54	21,04
17	0,29	C	60	1	21,5	0,54	22,04
18	0,62	C	60	1	22,5	0,54	23,04
19	0,46	C	60	1	23,5	0,54	24,04
20	0,16	C	60	1	24,5	0,54	25,04
21	0,02	B	60	1	25,5	0,44	25,94
22	0,21	C	60	1	26,5	0,54	27,04
23	0,40	C	90	1,5	28	0,54	28,54
24	0,96	D	120	2	30	0,51	30,51
25	0,92	D	120	2	32	0,51	32,51
26	0,19	C	60	1	33	0,54	33,54
27	0,23	C	60	1	34	0,54	34,54
28	0,23	C	60	1	35	0,54	35,54
29	0,04	B	60	1	36	0,44	36,44
30	0,03	B	60	1	37	0,44	37,44
31	0,25	C	90	1,5	38,5	0,54	39,04
32	0,94	D	120	2	40,5	0,51	41,01
33	0,27	C	90	1,5	42	0,54	42,54
34	0,79	D	120	2	44	0,51	44,51
35	0,89	D	120	2	46	0,51	46,51
36	0,84	D	120	2	48	0,51	48,51
37	0,43	C	60	1	49	0,54	49,54
38	0,15	C	60	1	50	0,54	50,54
39	0,64	C	60	1	51	0,54	51,54
40	0,26	C	60	1	52	0,54	52,54
41	0,02	B	60	1	53	0,44	53,44
42	0,89	D	120	2	55	0,51	55,51
43	0,67	C	90	1,5	56,5	0,54	57,04
44	0,83	D	120	2	58,5	0,51	59,01
45	0,12	C	60	1	59,5	0,54	60,04

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,10	0	B
0,7	0,1	C
0,20	0,8	D

SIMULASI KEBERANGKATAN / DEPARTURES							
Pergerakan Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (detik)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,46	C	60	1	1	0,54	1,54
2	0,34	C	60	1	2	0,54	2,54
3	0,48	C	60	1	3	0,54	3,54
4	0,08	B	60	1	4	0,44	4,44
5	0,26	C	60	1	5	0,54	5,54
6	0,15	C	60	1	6	0,54	6,54
7	0,74	C	60	1	7	0,54	7,54
8	0,33	C	60	1	8	0,54	8,54
9	0,36	C	60	1	9	0,54	9,54
10	0,72	C	90	1,5	10,5	0,54	11,04
11	0,89	D	120	2	12,5	0,51	13,01
12	0,64	C	60	1	13,5	0,54	14,04
13	0,19	C	90	1,5	15	0,54	15,54
14	0,99	D	120	2	17	0,51	17,51
15	0,48	C	60	1	18	0,54	18,54
16	0,31	C	60	1	19	0,54	19,54
17	0,24	C	60	1	20	0,54	20,54
18	0,49	C	60	1	21	0,54	21,54
19	0,53	C	90	1,5	22,5	0,54	23,04
20	0,99	D	120	2	24,5	0,51	25,01
21	0,87	D	120	2	26,5	0,51	27,01
22	0,88	D	120	2	28,5	0,51	29,01
23	0,52	C	60	1	29,5	0,54	30,04
24	0,08	B	60	1	30,5	0,44	30,94
25	0,80	C	60	1	31,5	0,54	32,04
26	0,42	C	60	1	32,5	0,54	33,04
27	0,72	C	60	1	33,5	0,54	34,04
28	0,60	C	90	1,5	35	0,54	35,54
29	0,90	D	120	2	37	0,51	37,51
30	0,08	B	60	1	38	0,44	38,44
31	0,17	C	60	1	39	0,54	39,54
32	0,32	C	60	1	40	0,54	40,54
33	0,64	C	60	1	41	0,54	41,54
34	0,45	C	90	1,5	42,5	0,54	43,04
35	0,91	D	120	2	44,5	0,51	45,01
36	0,47	C	60	1	45,5	0,54	46,04
37	0,16	C	60	1	46,5	0,54	47,04
38	0,11	C	60	1	47,5	0,54	48,04
39	0,60	C	60	1	48,5	0,54	49,04
40	0,07	B	60	1	49,5	0,44	49,94
41	0,67	C	60	1	50,5	0,54	51,04
42	0,26	C	60	1	51,5	0,54	52,04
43	0,38	C	60	1	52,5	0,54	53,04
44	0,56	C	60	1	53,5	0,54	54,04
45	0,33	C	60	1	54,5	0,54	55,04
46	0,47	C	60	1	55,5	0,54	56,04
47	0,18	C	60	1	56,5	0,54	57,04
48	0,60	C	60	1	57,5	0,54	58,04
49	0,42	C	60	1	58,5	0,54	59,04
50	0,48	C	90	1,5	60	0,54	60,54

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,20	0	B
0,5	0,2	C
0,30	0,7	D

SIMULASI KEBERANGKATAN / DEPARTURES							
Pergerakan Pesawat	Random Number	Kategori Pesawat	Separation (detik)	Interarrival Time (menit)	Time of Arrival (menit)	ROT (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,65	C	60	1	1	0,54	1,54
2	0,37	C	60	1	2	0,54	2,54
3	0,26	C	90	1,5	3,5	0,54	4,04
4	0,82	D	120	2	5,5	0,51	6,01
5	0,25	C	90	1,5	7	0,54	7,54
6	0,88	D	120	2	9	0,51	9,51
7	0,50	C	60	1	10	0,54	10,54
8	0,35	C	90	1,5	11,5	0,54	12,04
9	0,82	D	120	2	13,5	0,51	14,01
10	0,45	C	60	1	14,5	0,54	15,04
11	0,54	C	90	1,5	16	0,54	16,54
12	0,77	D	120	2	18	0,51	18,51
13	0,02	B	60	1	19	0,44	19,44
14	0,34	C	90	1,5	20,5	0,54	21,04
15	0,96	D	120	2	22,5	0,51	23,01
16	0,03	B	60	1	23,5	0,44	23,94
17	0,51	C	60	1	24,5	0,54	25,04
18	0,57	C	60	1	25,5	0,54	26,04
19	0,35	C	60	1	26,5	0,54	27,04
20	0,35	C	60	1	27,5	0,54	28,04
21	0,49	C	60	1	28,5	0,54	29,04
22	0,69	C	60	1	29,5	0,54	30,04
23	0,36	C	60	1	30,5	0,54	31,04
24	0,14	B	60	1	31,5	0,44	31,94
25	0,46	C	60	1	32,5	0,54	33,04
26	0,35	C	60	1	33,5	0,54	34,04
27	0,60	C	60	1	34,5	0,54	35,04
28	0,34	C	60	1	35,5	0,54	36,04
29	0,47	C	60	1	36,5	0,54	37,04
30	0,08	B	60	1	37,5	0,44	37,94
31	0,38	C	90	1,5	39	0,54	39,54
32	0,79	D	120	2	41	0,51	41,51
33	0,79	D	120	2	43	0,51	43,51
34	0,26	C	60	1	44	0,54	44,54
35	0,59	C	90	1,5	45,5	0,54	46,04
36	0,93	D	120	2	47,5	0,51	48,01
37	0,04	B	60	1	48,5	0,44	48,94
38	0,21	C	60	1	49,5	0,54	50,04
39	0,08	B	60	1	50,5	0,44	50,94
40	0,97	D	120	2	52,5	0,51	53,01
41	0,82	D	120	2	54,5	0,51	55,01
42	0,33	C	60	1	55,5	0,54	56,04
43	0,56	C	60	1	56,5	0,54	57,04
44	0,23	C	60	1	57,5	0,54	58,04
45	0,60	C	60	1	58,5	0,54	59,04
46	0,23	C	60	1	59,5	0,54	60,04

Simulasi Penentuan Kapasitas Parallel Runway 1 (Mixed)

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,10	0	B
0,5	0,1	C
0,40	0,6	D

SIMULASI OPERASI CAMPURAN										
Pergerakan Pesawat	Random Number Kategori Pesawat	Random Number Arr/Dep	Kategori Pesawat	Separation Arr-Arr (nm)	Separation Dep-Dep (detik)	Take off/Landing Speed (knot)	Interarrival Time Arr/Dep	Time of Arr/Dep (menit)	ROT Arr/Dep (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,24	0,34	C (Arrival)	3	60	128	1,41	1,41	0,41	1,81
2	0,16	0,21	C (Arrival)	3	60	128	1,41	2,81	0,41	3,22
3	0,17	0,19	C (Arrival)	3	60	128	1,00	3,81	0,41	4,22
4	0,10	0,77	C (Departure)	3	60	139	1,00	4,81	0,54	5,35
5	0,56	0,73	C (Departure)	3	60	139	1,00	5,81	0,54	6,35
6	0,18	0,81	C (Departure)	3	90	139	2,04	7,85	0,54	8,38
7	0,85	0,39	D (Arrival)	5	120	145	2,07	9,92	0,40	10,31
8	0,59	0,37	C (Arrival)	3	90	128	1,41	11,32	0,41	11,73
9	0,77	0,30	D (Arrival)	3	120	145	2,00	13,32	0,40	13,72
10	0,70	0,74	D (Departure)	5	120	145	2,00	15,32	0,51	15,84
11	0,26	0,58	C (Departure)	3	60	139	1,00	16,32	0,54	16,86
12	0,41	0,57	C (Departure)	3	60	139	1,00	17,32	0,54	17,86
13	0,12	0,58	C (Departure)	3	60	139	1,54	18,86	0,54	19,40
14	0,23	0,36	C (Arrival)	3	90	128	1,50	20,36	0,41	20,76
15	0,66	0,53	D (Departure)	5	120	145	2,51	22,87	0,51	23,39
16	0,33	0,24	C (Arrival)	3	90	128	1,41	24,28	0,41	24,68
17	0,86	0,39	D (Arrival)	3	120	145	1,24	25,52	0,40	25,92
18	0,74	0,07	D (Arrival)	3	120	145	1,24	26,76	0,40	27,16
19	0,77	0,09	D (Arrival)	5	120	145	2,00	28,76	0,40	29,16
20	0,47	0,88	C (Departure)	3	60	139	1,54	30,30	0,54	30,83
21	0,44	0,32	C (Arrival)	3	60	128	1,41	31,70	0,41	32,11
22	0,21	0,41	C (Arrival)	3	60	128	1,41	33,11	0,41	33,52
23	0,45	0,35	C (Arrival)	3	90	128	1,50	34,61	0,41	35,02
24	0,93	0,59	D (Departure)	5	120	145	2,00	36,61	0,51	37,12
25	0,60	0,73	C (Departure)	3	60	139	1,00	37,61	0,54	38,15
26	0,60	0,71	C (Departure)	3	90	139	2,04	39,65	0,54	40,18
27	0,64	0,33	D (Arrival)	6	120	145	2,48	42,13	0,40	42,53
28	0,01	0,37	B (Arrival)	3	60	120	1,00	43,13	0,30	43,43
29	0,85	0,73	D (Departure)	5	120	145	2,00	45,13	0,51	45,64
30	0,31	0,63	C (Departure)	5	60	139	1,54	46,67	0,54	47,20
31	0,08	0,35	B (Arrival)	3	60	120	1,50	48,17	0,30	48,46
32	0,30	0,12	C (Arrival)	3	60	128	1,00	49,17	0,41	49,57
33	0,42	0,57	C (Departure)	3	90	139	1,50	50,67	0,54	51,20
34	0,88	0,64	D (Departure)	5	120	145	2,00	52,67	0,51	53,18
35	0,29	0,97	C (Departure)	3	90	139	1,50	54,17	0,54	54,70
36	0,99	0,70	D (Departure)	3	120	145	2,51	56,68	0,51	57,19
37	0,77	0,22	D (Arrival)	3	120	145	1,24	57,92	0,40	58,32
38	0,87	0,06	D (Arrival)	3	120	145	1,24	59,16	0,40	59,56
39	0,71	0,39	D (Arrival)	5	120	145	2,07	61,23	0,40	61,63

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,10	0	B
0,6	0,1	C
0,30	0,7	D

SIMULASI OPERASI CAMPURAN										
Pergerakan Pesawat	Random Number Kategori Pesawat	Random Number Arr/Dep	Kategori Pesawat	Separation Arr-Arr (nm)	Separation Dep-Dep (detik)	Take off/Landing Speed (knot)	Interarrival Time Arr/Dep	Time of Arr/Dep (menit)	ROT Arr/Dep (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,71	0,28	D (Arrival)	3	120	145	1,24	1,24	0,40	1,64
2	0,94	0,38	D (Arrival)	3	120	145	1,24	2,48	0,40	2,88
3	0,80	0,20	D (Arrival)	5	120	145	2,07	4,55	0,40	4,95
4	0,17	0,41	C (Arrival)	3	60	128	1,41	5,96	0,41	6,36
5	0,44	0,28	C (Arrival)	3	90	128	1,41	7,36	0,41	7,77
6	0,82	0,34	D (Arrival)	5	120	145	2,00	9,36	0,40	9,76
7	0,21	0,86	C (Departure)	3	90	139	2,04	11,40	0,54	11,94
8	0,72	0,31	D (Arrival)	5	120	145	2,00	13,40	0,40	13,80
9	0,30	0,78	C (Departure)	3	60	139	1,00	14,40	0,54	14,94
10	0,23	0,93	C (Departure)	3	60	139	1,54	15,94	0,54	16,47
11	0,59	0,39	C (Arrival)	3	90	128	1,41	17,34	0,41	17,75
12	0,98	0,09	D (Arrival)	5	120	145	2,00	19,34	0,40	19,74
13	0,50	0,92	C (Departure)	3	60	139	1,54	20,88	0,54	21,41
14	0,67	0,36	C (Arrival)	3	60	128	1,00	21,88	0,41	22,28
15	0,33	0,83	C (Departure)	3	60	139	1,00	22,88	0,54	23,41
16	0,30	0,96	C (Departure)	3	60	139	1,54	24,41	0,54	24,95
17	0,22	0,18	C (Arrival)	3	60	128	1,41	25,82	0,41	26,23
18	0,13	0,32	C (Arrival)	3	60	128	1,41	27,23	0,41	27,63
19	0,28	0,28	C (Arrival)	3	60	128	1,00	28,23	0,41	28,63
20	0,26	0,96	C (Departure)	3	60	139	1,54	29,76	0,54	30,30
21	0,18	0,05	C (Arrival)	3	60	128	1,41	31,17	0,41	31,57
22	0,69	0,05	C (Arrival)	3	90	128	1,41	32,58	0,41	32,98
23	0,73	0,11	D (Arrival)	5	120	145	2,00	34,58	0,40	34,97
24	0,25	0,93	C (Departure)	3	60	139	1,00	35,58	0,54	36,11
25	0,49	0,81	C (Departure)	3	60	139	1,00	36,58	0,54	37,11
26	0,61	0,51	C (Departure)	3	60	139	1,54	38,11	0,54	38,65
27	0,34	0,04	C (Arrival)	5	60	128	1,00	39,11	0,41	39,52
28	0,10	0,90	B (Departure)	3	60	110	1,44	40,55	0,44	41,00
29	0,26	0,22	C (Arrival)	5	60	128	1,00	41,55	0,41	41,96
30	0,08	0,61	B (Departure)	3	60	110	1,00	42,55	0,44	43,00
31	0,47	0,65	C (Departure)	3	60	139	1,00	43,55	0,54	44,09
32	0,57	0,56	C (Departure)	3	60	139	1,00	44,55	0,54	45,09
33	0,63	0,93	C (Departure)	3	90	139	2,04	46,59	0,54	47,13
34	0,82	0,15	D (Arrival)	3	120	145	1,24	47,83	0,40	48,23
35	0,86	0,47	D (Arrival)	5	120	145	2,00	49,83	0,40	50,23
36	0,18	0,74	C (Departure)	3	90	139	1,50	51,33	0,54	51,87
37	0,88	0,52	D (Departure)	5	120	145	2,51	53,84	0,51	54,36
38	0,52	0,41	C (Arrival)	3	90	128	1,41	55,25	0,41	55,66
39	0,81	0,23	D (Arrival)	5	120	145	2,00	57,25	0,40	57,65
40	0,66	0,99	C (Departure)	3	90	139	2,04	59,29	0,54	59,82
41	0,83	0,34	D (Arrival)	3	120	145	1,24	60,53	0,40	60,92

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,10	0	B
0,7	0,1	C
0,20	0,8	D

SIMULASI OPERASI CAMPURAN										
Pergerakan Pesawat	Random Number Kategori Pesawat	Random Number Arr/Dep	Kategori Pesawat	Separation Arr-Arr (nm)	Separation Dep-Dep (detik)	Take off/Landing Speed (knot)	Interarrival Time Arr/Dep	Time of Arr/Dep (menit)	ROT Arr/Dep (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,89	0,82	D (Departure)	5	120	145	2,00	2,00	0,51	2,51
2	0,38	0,56	C (Departure)	3	60	139	1,00	3,00	0,54	3,54
3	0,79	0,95	C (Departure)	5	60	139	1,54	4,54	0,54	5,07
4	0,03	0,33	B (Arrival)	3	60	120	1,50	6,04	0,30	6,33
5	0,44	0,36	C (Arrival)	3	90	128	1,41	7,44	0,41	7,85
6	0,89	0,13	D (Arrival)	6	120	145	2,00	9,44	0,40	9,84
7	0,07	0,98	B (Departure)	3	60	110	1,00	10,44	0,44	10,88
8	0,82	0,63	D (Departure)	5	120	145	2,00	12,44	0,51	12,96
9	0,37	0,75	C (Departure)	3	60	139	1,00	13,44	0,54	13,98
10	0,59	0,73	C (Departure)	3	60	139	1,00	14,44	0,54	14,98
11	0,10	0,91	C (Departure)	3	60	139	1,00	15,44	0,54	15,98
12	0,43	0,90	C (Departure)	3	60	139	1,00	16,44	0,54	16,98
13	0,24	0,78	C (Departure)	3	60	139	1,00	17,44	0,54	17,98
14	0,65	0,54	C (Departure)	3	60	139	1,00	18,44	0,54	18,98
15	0,51	0,67	C (Departure)	3	60	139	1,00	19,44	0,54	19,98
16	0,67	0,91	C (Departure)	3	60	139	1,00	20,44	0,54	20,98
17	0,34	0,85	C (Departure)	3	90	139	2,04	22,48	0,54	23,01
18	0,99	0,50	D (Arrival)	5	120	145	2,00	24,48	0,40	24,87
19	0,56	0,57	C (Departure)	3	60	139	1,00	25,48	0,54	26,01
20	0,19	0,67	C (Departure)	3	60	139	1,00	26,48	0,54	27,01
21	0,12	0,89	C (Departure)	3	60	139	1,00	27,48	0,54	28,01
22	0,35	0,66	C (Departure)	3	60	139	1,54	29,01	0,54	29,55
23	0,24	0,05	C (Arrival)	3	60	128	1,00	30,01	0,41	30,42
24	0,32	0,70	C (Departure)	3	90	139	1,50	31,51	0,54	32,05
25	0,91	0,53	D (Departure)	5	120	145	2,51	34,03	0,51	34,54
26	0,20	0,25	C (Arrival)	3	60	128	1,41	35,43	0,41	35,84
27	0,35	0,50	C (Arrival)	3	60	128	1,41	36,84	0,41	37,25
28	0,24	0,18	C (Arrival)	3	90	128	1,50	38,34	0,41	38,75
29	0,87	0,93	D (Departure)	5	120	145	2,51	40,85	0,51	41,37
30	0,69	0,45	C (Arrival)	3	60	128	1,00	41,85	0,41	42,26
31	0,14	0,66	C (Departure)	5	60	139	1,00	42,85	0,54	43,39
32	0,09	0,57	B (Departure)	3	60	110	1,44	44,30	0,44	44,74
33	0,07	0,33	B (Arrival)	3	60	120	1,50	45,80	0,30	46,09
34	0,01	0,04	B (Arrival)	3	60	120	1,00	46,80	0,30	47,09
35	0,23	0,99	C (Departure)	3	60	139	1,00	47,80	0,54	48,33
36	0,77	0,67	C (Departure)	3	60	139	1,54	49,33	0,54	49,87
37	0,45	0,19	C (Arrival)	3	60	128	1,41	50,74	0,41	51,14
38	0,63	0,06	C (Arrival)	5	60	128	2,34	53,08	0,41	53,49
39	0,06	0,25	B (Arrival)	3	60	120	1,00	54,08	0,30	54,38
40	0,56	0,57	C (Departure)	3	60	139	1,00	55,08	0,54	55,62
41	0,49	0,55	C (Departure)	3	60	139	1,54	56,62	0,54	57,15
42	0,67	0,47	C (Arrival)	3	60	128	1,41	58,02	0,41	58,43
43	0,52	0,13	C (Arrival)	3	60	128	1,00	59,02	0,41	59,43
44	0,54	0,90	C (Departure)	5	60	139	1,00	60,02	0,54	60,56
45	0,01	0,66	B (Departure)	3	60	110	1,44	61,47	0,44	61,91

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,20	0	B
0,5	0,2	C
0,30	0,7	D

SIMULASI OPERASI CAMPURAN										
Pergerakan Pesawat	Random Number Kategori Pesawat	Random Number Arr/Dep	Kategori Pesawat	Separation Arr- Arr (nm)	Separation Dep-Dep (detik)	Take off/Landing Speed (knot)	Interarrival Time Arr/Dep	Time of Arr/Dep (menit)	ROT Arr/Dep (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,20	0,14	B (Arrival)	3	60	120	1,50	1,50	0,30	1,80
2	0,16	0,05	B (Arrival)	3	60	120	1,50	3,00	0,30	3,30
3	0,37	0,31	C (Arrival)	3	60	128	1,41	4,41	0,41	4,81
4	0,39	0,31	C (Arrival)	5	60	128	1,00	5,41	0,41	5,81
5	0,04	0,85	B (Departure)	3	60	110	1,00	6,41	0,44	6,85
6	0,07	0,96	B (Departure)	3	60	110	1,44	7,85	0,44	8,29
7	0,49	0,49	C (Arrival)	3	60	128	1,41	9,25	0,41	9,66
8	0,48	0,08	C (Arrival)	3	90	128	1,50	10,75	0,41	11,16
9	0,84	0,92	D (Departure)	6	120	145	2,51	13,27	0,51	13,78
10	0,10	0,35	B (Arrival)	3	60	120	1,50	14,77	0,30	15,07
11	0,30	0,15	C (Arrival)	5	60	128	1,00	15,77	0,41	16,17
12	0,08	0,87	B (Departure)	3	60	110	1,00	16,77	0,44	17,21
13	0,44	0,72	C (Departure)	3	90	139	1,50	18,27	0,54	18,80
14	0,81	0,88	D (Departure)	3	120	145	2,51	20,78	0,51	21,30
15	0,75	0,36	D (Arrival)	3	120	145	2,00	22,78	0,40	23,18
16	0,87	0,54	D (Departure)	5	120	145	2,51	25,30	0,51	25,81
17	0,38	0,32	C (Arrival)	5	60	128	2,34	27,64	0,41	28,04
18	0,18	0,25	B (Arrival)	3	60	120	1,00	28,64	0,30	28,94
19	0,75	0,50	D (Departure)	5	120	145	2,00	30,64	0,51	31,15
20	0,49	0,83	C (Departure)	5	60	139	1,00	31,64	0,54	32,18
21	0,06	0,99	B (Departure)	3	60	110	1,44	33,08	0,44	33,52
22	0,92	0,15	D (Arrival)	6	120	145	2,48	35,56	0,40	35,96
23	0,08	0,26	B (Arrival)	3	60	120	1,00	36,56	0,30	36,86
24	0,07	0,71	B (Departure)	3	60	110	1,44	38,01	0,44	38,45
25	0,99	0,19	D (Arrival)	6	120	145	2,00	40,01	0,40	40,40
26	0,13	0,79	B (Departure)	3	60	110	1,44	41,45	0,44	41,89
27	0,60	0,11	C (Arrival)	3	60	128	1,00	42,45	0,41	42,85
28	0,43	0,79	C (Departure)	5	60	139	1,54	43,98	0,54	44,52
29	0,11	0,29	B (Arrival)	3	60	120	1,50	45,48	0,30	45,78
30	0,60	0,48	C (Arrival)	5	60	128	2,34	47,83	0,41	48,23
31	0,14	0,19	B (Arrival)	3	60	120	1,00	48,83	0,30	49,12
32	0,91	0,70	D (Departure)	5	120	145	2,51	51,34	0,51	51,86
33	0,68	0,11	C (Arrival)	3	90	128	1,50	52,84	0,41	53,25
34	0,72	0,71	D (Departure)	5	120	145	2,51	55,36	0,51	55,87
35	0,32	0,44	C (Arrival)	3	60	128	1,00	56,36	0,41	56,76
36	0,39	0,65	C (Departure)	3	60	139	1,00	57,36	0,54	57,89
37	0,29	0,68	C (Departure)	3	60	139	1,00	58,36	0,54	58,89
38	0,63	0,53	C (Departure)	3	90	139	1,50	59,86	0,54	60,39
39	0,98	0,93	D (Departure)	5	120	145	2,51	62,37	0,51	62,88
40	0,32	0,06	C (Arrival)	3	60	128	1,41	63,78	0,41	64,18
41	0,28	0,32	C (Arrival)	3	60	128	1,00	64,78	0,41	65,18

Simulasi Penentuan Kapasitas Parallel Runway 2 (Mixed)

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,10	0	B
0,5	0,1	C
0,40	0,6	D

SIMULASI OPERASI CAMPURAN										
Pergerakan Pesawat	Random Number Kategori Pesawat	Random Number Arr/Dep	Kategori Pesawat	Separation Arr-Arr (nm)	Separation Dep-Dep (detik)	Take off/Landing Speed (knot)	Interarrival Time Arr/Dep	Time of Arr/Dep (menit)	ROT Arr/Dep (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,43	0,88	C (Departure)	3	90	139	1,50	1,50	0,54	2,04
2	0,82	0,54	D (Departure)	3	120	145	2,00	3,50	0,51	4,01
3	0,64	0,88	D (Departure)	5	120	145	2,51	6,01	0,51	6,53
4	0,48	0,50	C (Arrival)	3	90	128	1,41	7,42	0,41	7,83
5	0,78	0,14	D (Arrival)	3	120	145	1,24	8,66	0,40	9,06
6	0,77	0,13	D (Arrival)	6	120	145	2,00	10,66	0,40	11,06
7	0,03	0,51	B (Departure)	3	60	110	1,44	12,10	0,44	12,55
8	0,77	0,06	D (Arrival)	5	120	145	2,00	14,10	0,40	14,50
9	0,13	0,69	C (Departure)	5	60	139	1,54	15,64	0,54	16,18
10	0,01	0,25	B (Arrival)	3	60	120	1,50	17,14	0,30	17,44
11	0,03	0,44	B (Arrival)	3	60	120	1,50	18,64	0,30	18,94
12	0,49	0,40	C (Arrival)	3	60	128	1,41	20,05	0,41	20,45
13	0,28	0,48	C (Arrival)	5	60	128	1,00	21,05	0,41	21,45
14	0,03	0,66	B (Departure)	3	60	110	1,00	22,05	0,44	22,49
15	0,33	0,75	C (Departure)	3	60	139	1,00	23,05	0,54	23,58
16	0,45	0,53	C (Departure)	3	60	139	1,00	24,05	0,54	24,58
17	0,17	0,53	C (Departure)	5	60	139	1,00	25,05	0,54	25,58
18	0,01	0,82	B (Departure)	3	60	110	1,00	26,05	0,44	26,49
19	0,01	0,96	B (Departure)	3	60	110	1,00	27,05	0,44	27,49
20	0,59	0,60	C (Departure)	3	60	139	1,00	28,05	0,54	28,58
21	0,43	0,60	C (Departure)	3	60	139	1,54	29,58	0,54	30,12
22	0,60	0,34	C (Arrival)	3	90	128	1,41	30,99	0,41	31,39
23	0,93	0,19	D (Arrival)	5	120	145	2,07	33,06	0,40	33,45
24	0,19	0,42	C (Arrival)	3	90	128	1,41	34,46	0,41	34,87
25	0,69	0,38	D (Arrival)	3	120	145	2,00	36,46	0,40	36,86
26	0,61	0,98	D (Departure)	3	120	145	2,51	38,98	0,51	39,49
27	0,99	0,12	D (Arrival)	5	120	145	2,07	41,05	0,40	41,44
28	0,25	0,14	C (Arrival)	3	90	128	1,41	42,45	0,41	42,86
29	0,86	0,01	D (Arrival)	3	120	145	1,24	43,69	0,40	44,09
30	0,88	0,22	D (Arrival)	5	120	145	2,00	45,69	0,40	46,09
31	0,37	0,64	C (Departure)	3	90	139	1,50	47,19	0,54	47,73
32	0,65	0,91	D (Departure)	3	120	145	2,51	49,71	0,51	50,22
33	0,60	0,27	D (Arrival)	3	120	145	1,24	50,95	0,40	51,34
34	0,75	0,05	D (Arrival)	5	120	145	2,00	52,95	0,40	53,34
35	0,35	0,81	C (Departure)	3	60	139	1,54	54,48	0,54	55,02
36	0,40	0,22	C (Arrival)	3	90	128	1,50	55,98	0,41	56,39
37	0,75	0,86	D (Departure)	3	120	145	2,51	58,50	0,51	59,01
38	0,93	0,01	D (Arrival)	3	120	145	2,00	60,50	0,40	60,89

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,10	0	B
0,6	0,1	C
0,30	0,7	D

SIMULASI OPERASI CAMPURAN										
Pergerakan Pesawat	Random Number Kategori Pesawat	Random Number Arr/Dep	Kategori Pesawat	Separation Arr-Arr (nm)	Separation Dep-Dep (detik)	Take off/Landing Speed (knot)	Interarrival Time Arr/Dep	Time of Arr/Dep (menit)	ROT Arr/Dep (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,28	0,94	C (Departure)	3	60	139	1,00	1,00	0,54	1,54
2	0,31	0,79	C (Departure)	5	60	139	1,54	2,54	0,54	3,07
3	0,07	0,46	B (Arrival)	3	60	120	1,00	3,54	0,30	3,83
4	0,77	0,66	D (Departure)	5	120	145	2,00	5,54	0,51	6,05
5	0,23	0,74	C (Departure)	3	90	139	2,04	7,57	0,54	8,11
6	0,96	0,11	D (Arrival)	3	120	145	1,24	8,81	0,40	9,21
7	0,95	0,09	D (Arrival)	5	120	145	2,00	10,81	0,40	11,21
8	0,24	0,99	C (Departure)	3	60	139	1,00	11,81	0,54	12,35
9	0,16	0,68	C (Departure)	3	60	139	1,54	13,35	0,54	13,89
10	0,18	0,48	C (Arrival)	3	60	128	1,41	14,76	0,41	15,16
11	0,57	0,05	C (Arrival)	5	60	128	1,00	15,76	0,41	16,16
12	0,10	0,79	B (Departure)	3	60	110	1,00	16,76	0,44	17,20
13	0,10	0,91	B (Departure)	3	60	110	1,44	18,20	0,44	18,64
14	0,21	0,24	C (Arrival)	3	60	128	1,41	19,60	0,41	20,01
15	0,41	0,20	C (Arrival)	3	90	128	1,41	21,01	0,41	21,41
16	0,83	0,45	D (Arrival)	3	120	145	2,00	23,01	0,40	23,41
17	0,92	0,56	D (Departure)	5	120	145	2,00	25,01	0,51	25,52
18	0,31	0,71	C (Departure)	3	90	139	1,50	26,51	0,54	27,05
19	0,90	0,55	D (Departure)	3	120	145	2,51	29,02	0,51	29,54
20	0,87	0,44	D (Arrival)	5	120	145	2,00	31,02	0,40	31,42
21	0,46	0,62	C (Departure)	3	90	139	1,50	32,52	0,54	33,06
22	0,77	0,88	D (Departure)	5	120	145	2,00	34,52	0,51	35,04
23	0,10	0,70	C (Departure)	3	60	139	1,00	35,52	0,54	36,06
24	0,34	0,58	C (Departure)	5	60	139	1,54	37,06	0,54	37,60
25	0,07	0,28	B (Arrival)	3	60	120	1,50	38,56	0,30	38,86
26	0,42	0,24	C (Arrival)	3	60	128	1,00	39,56	0,41	39,96
27	0,39	0,87	C (Departure)	3	60	139	1,54	41,10	0,54	41,63
28	0,62	0,49	C (Arrival)	5	60	128	1,00	42,10	0,41	42,50
29	0,02	0,81	B (Departure)	3	60	110	1,00	43,10	0,44	43,54
30	0,20	0,85	C (Departure)	3	60	139	1,54	44,63	0,54	45,17
31	0,62	0,47	C (Arrival)	5	60	128	1,00	45,63	0,41	46,04
32	0,09	0,61	B (Departure)	3	60	110	1,44	47,07	0,44	47,52
33	0,93	0,21	D (Arrival)	5	120	145	2,00	49,07	0,40	49,47
34	0,66	0,83	C (Departure)	3	60	139	1,00	50,07	0,54	50,61
35	0,40	0,58	C (Departure)	3	90	139	1,50	51,57	0,54	52,11
36	0,78	0,77	D (Departure)	5	120	145	2,51	54,09	0,51	54,60
37	0,32	0,25	C (Arrival)	5	60	128	2,34	56,43	0,41	56,84
38	0,04	0,42	B (Arrival)	3	60	120	1,00	57,43	0,30	57,73
39	0,37	0,59	C (Departure)	3	90	139	1,50	58,93	0,54	59,47
40	0,72	0,61	D (Departure)	5	120	145	2,51	61,45	0,51	61,96

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,10	0	B
0,7	0,1	C
0,20	0,8	D

SIMULASI OPERASI CAMPURAN										
Pergerakan Pesawat	Random Number Kategori Pesawat	Random Number Arr/Dep	Kategori Pesawat	Separation Arr-Arr (nm)	Separation Dep-Dep (detik)	Take off/Landing Speed (knot)	Interarrival Time Arr/Dep	Time of Arr/Dep (menit)	ROT Arr/Dep (menit)	Time Service Ends (menit)
1	0,47	0,08	C (Arrival)	3	60	128	1,00	1,00	0,41	1,41
2	0,51	0,77	C (Departure)	3	90	139	2,04	3,04	0,54	3,57
3	0,84	0,44	D (Arrival)	5	120	145	2,00	5,04	0,40	5,43
4	0,49	0,76	C (Departure)	3	90	139	1,50	6,54	0,54	7,07
5	0,85	0,57	D (Departure)	6	120	145	2,00	8,54	0,51	9,05
6	0,03	0,56	B (Departure)	3	60	110	1,00	9,54	0,44	9,98
7	0,04	0,70	B (Departure)	3	60	110	1,44	10,98	0,44	11,42
8	0,46	0,46	C (Arrival)	3	60	128	1,41	12,38	0,41	12,79
9	0,34	0,08	C (Arrival)	3	60	128	1,00	13,38	0,41	13,79
10	0,22	0,54	C (Departure)	3	60	139	1,00	14,38	0,54	14,92
11	0,78	0,97	C (Departure)	5	60	139	1,54	15,92	0,54	16,46
12	0,05	0,15	B (Arrival)	3	60	120	1,50	17,42	0,30	17,72
13	0,91	0,03	D (Arrival)	5	120	145	2,00	19,42	0,40	19,82
14	0,62	0,87	C (Departure)	3	60	139	1,00	20,42	0,54	20,96
15	0,20	0,76	C (Departure)	3	60	139	1,00	21,42	0,54	21,96
16	0,77	0,78	C (Departure)	3	60	139	1,00	22,42	0,54	22,96
17	0,55	0,89	C (Departure)	3	60	139	1,00	23,42	0,54	23,96
18	0,18	0,90	C (Departure)	3	60	139	1,54	24,96	0,54	25,49
19	0,35	0,19	C (Arrival)	3	60	128	1,41	26,36	0,41	26,77
20	0,30	0,15	C (Arrival)	3	90	128	1,41	27,77	0,41	28,17
21	0,90	0,39	D (Arrival)	6	120	145	2,00	29,77	0,40	30,16
22	0,05	0,55	B (Departure)	3	60	110	1,00	30,77	0,44	31,21
23	0,66	0,91	C (Departure)	3	60	139	1,54	32,30	0,54	32,84
24	0,38	0,42	C (Arrival)	3	60	128	1,41	33,71	0,41	34,12
25	0,64	0,18	C (Arrival)	3	60	128	1,00	34,71	0,41	35,12
26	0,24	0,67	C (Departure)	3	60	139	1,54	36,25	0,54	36,78
27	0,41	0,34	C (Arrival)	3	90	128	1,50	37,75	0,41	38,15
28	0,80	0,76	D (Departure)	5	120	145	2,51	40,26	0,51	40,77
29	0,52	0,39	C (Arrival)	5	60	128	1,00	41,26	0,41	41,67
30	0,06	0,78	B (Departure)	3	60	110	1,00	42,26	0,44	42,70
31	0,96	0,97	D (Departure)	3	120	145	2,00	44,26	0,51	44,77
32	0,81	0,55	D (Departure)	6	120	145	2,00	46,26	0,51	46,77
33	0,10	0,87	B (Departure)	3	60	110	1,00	47,26	0,44	47,70
34	0,22	0,59	C (Departure)	3	60	139	1,00	48,26	0,54	48,80
35	0,17	0,93	C (Departure)	3	60	139	1,54	49,80	0,54	50,33
36	0,52	0,40	C (Arrival)	3	60	128	1,00	50,80	0,41	51,20
37	0,19	0,82	C (Departure)	5	60	139	1,00	51,80	0,54	52,33
38	0,10	0,84	B (Departure)	3	60	110	1,00	52,80	0,44	53,24
39	0,50	0,60	C (Departure)	3	60	139	1,00	53,80	0,54	54,33
40	0,51	0,91	C (Departure)	3	60	139	1,00	54,80	0,54	55,33
41	0,48	0,66	C (Departure)	3	90	139	1,50	56,30	0,54	56,83
42	0,93	0,63	D (Departure)	5	120	145	2,51	58,81	0,51	59,32
43	0,39	0,00	C (Arrival)	3	90	128	1,50	60,31	0,41	60,72

Probability	Cumulative	Kategori Pesawat
0,20	0	B
0,5	0,2	C
0,30	0,7	D

SIMULASI OPERASI CAMPURAN											
Pergerakan Pesawat	Random Number Kategori Pesawat	Random Number Arr/Dep	Kategori Pesawat	Separation Arr- Arr (nm)	Separation Dep-Dep (detik)	Take off/Landing Speed (knot)	Interarrival Time Arr/Dep	Time of Arr/Dep (ment)	ROT Arr/Dep (ment)	Time Service Ends (ment)	
1	0,58	0,26	C (Arrival)	3	90	128	1,50	1,50	0,41	1,91	
2	0,90	0,99	D (Departure)	3	120	145	2,51	4,01	0,51	4,53	
3	0,84	0,14	D (Arrival)	5	120	145	2,07	6,08	0,40	6,48	
4	0,63	0,05	C (Arrival)	3	60	128	1,41	7,49	0,41	7,89	
5	0,61	0,45	C (Arrival)	3	60	128	1,00	8,49	0,41	8,89	
6	0,42	0,62	C (Departure)	3	60	139	1,00	9,49	0,54	10,03	
7	0,56	0,85	C (Departure)	3	90	139	2,04	11,53	0,54	12,06	
8	0,73	0,09	D (Arrival)	6	120	145	2,48	14,01	0,40	14,40	
9	0,09	0,12	B (Arrival)	3	60	120	1,50	15,51	0,30	15,80	
10	0,84	0,15	D (Arrival)	3	120	145	2,00	17,51	0,40	17,90	
11	0,92	0,87	D (Departure)	3	120	145	2,00	19,51	0,51	20,02	
12	0,81	0,98	D (Departure)	6	120	145	2,51	22,02	0,51	22,54	
13	0,18	0,32	B (Arrival)	3	60	120	1,00	23,02	0,30	23,32	
14	0,47	0,83	C (Departure)	3	60	139	1,00	24,02	0,54	24,56	
15	0,25	0,84	C (Departure)	3	60	139	1,00	25,02	0,54	25,56	
16	0,53	0,57	C (Departure)	3	60	139	1,00	26,02	0,54	26,56	
17	0,66	0,58	C (Departure)	3	60	139	1,00	27,02	0,54	27,56	
18	0,53	0,64	C (Departure)	3	90	139	1,50	28,52	0,54	29,06	
19	0,85	0,83	D (Departure)	5	120	145	2,00	30,52	0,51	31,04	
20	0,66	0,89	C (Departure)	3	60	139	1,54	32,06	0,54	32,59	
21	0,63	0,40	C (Arrival)	5	60	128	1,00	33,06	0,41	33,46	
22	0,05	0,92	B (Departure)	3	60	110	1,00	34,06	0,44	34,50	
23	0,38	0,65	C (Departure)	3	60	139	1,54	35,59	0,54	36,13	
24	0,69	0,12	C (Arrival)	3	60	128	1,41	37,00	0,41	37,40	
25	0,32	0,16	C (Arrival)	3	60	128	1,41	38,41	0,41	38,81	
26	0,33	0,16	C (Arrival)	5	60	128	1,00	39,41	0,41	39,81	
27	0,02	0,85	B (Departure)	3	60	110	1,44	40,85	0,44	41,29	
28	0,29	0,21	C (Arrival)	3	90	128	1,50	42,35	0,41	42,75	
29	0,72	0,97	D (Departure)	5	120	145	2,00	44,35	0,51	44,86	
30	0,23	0,61	C (Departure)	3	60	139	1,00	45,35	0,54	45,88	
31	0,29	0,60	C (Departure)	3	60	139	1,54	46,88	0,54	47,42	
32	0,42	0,15	C (Arrival)	3	60	128	1,41	48,29	0,41	48,70	
33	0,26	0,39	C (Arrival)	3	90	128	1,41	49,70	0,41	50,10	
34	0,97	0,27	D (Arrival)	3	120	145	2,00	51,70	0,40	52,09	
35	0,76	0,78	D (Departure)	3	120	145	2,51	54,21	0,51	54,72	
36	0,89	0,09	D (Arrival)	5	120	145	2,07	56,28	0,40	56,68	
37	0,28	0,02	C (Arrival)	3	60	128	1,41	57,69	0,41	58,09	
38	0,25	0,37	C (Arrival)	3	60	128	1,00	58,69	0,41	59,09	
39	0,39	0,59	C (Departure)	3	90	139	2,04	60,72	0,54	61,26	
40	0,86	0,24	D (Arrival)	5	120	145	2,00	62,72	0,40	63,12	
41	0,59	0,88	C (Departure)	3	60	139	1,00	63,72	0,54	64,26	

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 11 Nopember 1992, dengan nama lengkap Satrio Rekso Wilogo. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Khadijah II Surabaya, SMP Al-Hikmah Surabaya, dan SMAN 5 Surabaya. Setelah lulus dari SMAN 5 Surabaya tahun 2010, penulis diterima di Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun 2010 dan terdaftar dengan NRP 3110100061.

Di Jurusan Teknik Sipil ini, penulis mengambil judul Tugas Akhir di bidang Transportasi (Bandara). Penulis sempat aktif di berbagai kegiatan yang diselenggarakan oleh jurusan, fakultas, maupun institut. Penulis juga sempat tergabung dalam organisasi kemahasiswaan UKM Musik. Apabila pembaca ingin berkorespondensi dengan penulis, dapat melalui *email* satriorekso@gmail.com